



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA**

**FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET DES SCIENCES DE LA NATURE ET  
DE LA VIE**

**DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES**

**MEMOIRE**

**Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en Agronomie**  
**Spécialité : Phoeniculture et Techniques de valorisation des dattes**

## **THEME**

**Effet de la fertilisation potassique sur la  
composition minérale de la datte Deglet-Nour sur  
un sol gypseux (cas des oasis Biskra).**

**Présenté par Telli Romaiassa**

# Dédicaces

"الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي بِنِعْمَتِهِ تَتِمُّ الصَّالِحَاتُ"

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes parents, êtres plus chers au monde. Je les remercie de tout cœur pour leur sacrifice, leur soutien permanent, leurs précieux conseils et pour m'avoir guidé depuis mon jeune âge. Qu'ils trouvent ici un modeste témoignage de reconnaissance en récompense de tout*

*le mal qu'ils se donnent pour mon bien être et ma réussite. Que dieu me les préserve*

*Mes frères Abd elkader & Islam*

*Ma soeur Ghofrane*

*Ma famille Que le bon dieu me la garde*

*Mes amis pour leur gentillesse, et leur aide. Je leur souhaite une vie très heureuse*

*Mes chers enseignants qui ont contribué à ma formation.*



# *Remerciements*

*Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné la force et le courage l'arriver à ce stade.*

*Un remerciement chaleureux tout particulier à mon encadreur Monsieur **KHECHAI SALIM**. Maître assistant, au département d'agronomie de Biskra, pour avoir accepté de diriger ce travail. Sa disponibilité constante associée à son esprit critique, ont largement contribué à l'orientation et à la réalisation du contenu de ce manuscrit. Nous lui en garde une profonde gratitude.*

*Je tiens à présenter mes remerciements à :*

*Aux membres de Jury qu'ont accepté d'examiner mon travail et qui vont certainement l'enrichir par leurs précieux conseils.*

*Mes enseignants qui ont éclairé mon chemin par leur savoir et grâce à eux je suis parvenue à accomplir cette modeste tâche.*

*Enfin, je remercie tous mes Ami(e)s de la promotion de phoeniciculteurs et techniques de valorisation des dattes 2019/2020 ,pour leur soutien inconditionnel et leur encourage*

## *Liste des Tableaux*

Tableau 1 : Classement des dattes selon leurs compositions .....	3
Tableau 2 : Caractéristiques morphologiques des dattes Deglet Nour .....	4
Tableau 3 : Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra), en% .....	5
Tableau 4 : Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes de la région des Zibans .....	6
Tableau 5 : Composition chimique de noyau en % .....	7
Tableau 6 : Critères d'évaluation qualitative .....	8
Tableau 7 : Caractéristique chimiques des dattes .....	9
Tableau 8 : Critères d'évaluation organoleptique des datte .....	10
Tableau 9 : Teneur en KO et degré d'altération des argiles .....	12
Tableau 10 : Niveau de fertilité des sols .....	21
Tableau 11 : Classes d'état de saturation des sols .....	22
Tableau 12 : Composition chimique du sol (palmier 1) .....	53
Tableau 13 : Composition chimique du sol (palmier 2) .....	53
Tableau 14 : Composition chimique du sol (palmier 3) .....	54
Tableau 15 : Composition chimique du sol (palmier 4) .....	54
Tableau 16 : Composition chimique du sol (palmier 5) .....	55
Tableau 17 : Composition chimique du sol (palmier 6) .....	55
Tableau 18 : Composition chimique du sol (palmier 7) .....	56
Tableau 19 : Composition chimique du sol (palmier 8) .....	56
Tableau 20 : Composition chimique du sol (palmier 9) .....	57
Tableau 21 : Composition chimique du sol (palmier 10) .....	57
Tableau 22 : Composition chimique du sol (palmier 11) .....	58

## *Liste des figures*

Figure 1: La dattte Deglet Nour .....	2
Figure 2 : Les diverses formes de K dans le sol et les processus chimiques impliqués dans la dynamique de K dans le sol .....	15
Figure 3 :Carence en potassium chez des poinsettias.....	18
Figure 4 :Carence en potassium chez la tomate.....	18
Figure 5 :Aspect brillant chez la pomme de terre.....	19
Figure 6: Aspect métallique chez la pomme de terre.....	19
Figure 7 : Stade Loulou.....	25
Figure 8 : Stade Khlel.....	25
Figure 9 : Stade Bser.....	26
Figure 10 : Stade «Routab».....	26
Figure 11 : Stade «Tamer» .....	27
Figure 12 : Pieds à coulisse.....	28
Figure 13: Photomètre à flamme .....	28
Figure 14 : Balance de Précision.....	28
Figure 15 : Etuve .....	28
Figure 16 : Fourne à moufle .....	28
Figure 17 : Spectrophotomètre .....	28
Figure 18 : Pieds à coulisse .....	29
Figure 19 : Balance de Précision .....	29
Figure 20 : Poids des dattes (g).....	40
Figure 21 : Poids des noyaux des dattes (g).....	41
Figure 22 : Indices de poids.....	41
Figure 23 : Longueur des dattes (cm).....	42
Figure 24 : Diamètres des dattes (cm).....	43
Figure 25 : Indices de forme.....	43
Figure 26 : Longueurs des noyaux des dattes (cm).....	44
Figure 27 : diamètres des noyaux des dattes (cm).....	45
Figure 28 : Teneur des dattes en calcium (mg/100 g MS).....	46
Figure 29 :Teneurs des dattes en magnesium (mg/100g MS).....	47
Figure 30 :Teneurs des dattes en sodium ( mg/100g MS) .....	47
Figure 31: Teneurs des dattes en potassium (mg/100g MS) .....	48

Figure 32 :Teneurs des dattes en phosphore (mg/100gMS) .....	48
Figure 33 : Teneurs des noyaux en potassium (mg/100gMS) .....	49
Figure 34 : Teneurs des noyaux en sodium ( mg/100g MS) .....	50
Figure 35 : Teneurs des noyaux en calcium ( mg/100gMs) .....	50
Figure 36 : Teneurs des dattes en magnesium (mg/100g MS) .....	51
Figure 37 : Teneurs des noyaux en phosphore (mg/100gMS) .....	52

## *Liste D'abréviations*

- pH : Potentielle Hydrogène.
- meq : milliéquivalent.
- P: Phosphore.
- K+: Potassium.
- Ca<sup>2+</sup>: calcium.
- Mg<sup>2+</sup>: magnesium.
- S: soufre
- Ppm: partie par million
- ms/cm: méh siemens par centimètre
- Na<sup>+</sup> : sodium
- CE : Conductivité électrique
- CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> : Carbonate

# Sommaire.

Remerciement

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste d'abréviations

Introduction générale

## **PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.**

### **Chapitre I : Généralités sur les critères de qualité des dattes**

I. Le filière des dattes en Algérie .....	1
II. Description de la datte .....	1
III. Formation et évolution de la datte.....	2
IV. Classification des dattes .....	3
IV.1. Classification selon la consistance(r) .....	3
IV.2. Classification selon la composition.....	3
V. Caractéristiques morphologiques du cultivar Deglet Nour.....	4
VI. Composition biochimique des dattes.....	5
VI.1. Composition biochimique de la partie comestible "Pulpe".....	5
VI.1.1. Constituants majeurs de la pulpe.....	5
VI.1.1.1. Eau.....	5
VI.1.1.2. Sucres.....	6
VI.1.1.3. Autre constituants .....	6
VI.1.2. Constituants mineurs de la pulpe .....	7
VI.1.2.1. Protéines et lipide .....	7
VI.1.2.2. Eléments minéraux .....	7
VI.1.2.3. Vitamines.....	7

VI.2 : Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau ".....	7
VII. Contrôle de qualité .....	8
VII.1. Critères d'évaluation qualitative.....	8
VII.2. Critères d'évaluation chimique .....	9
VII.3.Critères d'évaluation organoleptique .....	10
VII. 4. Critères et normes Algérienne d'évaluation de la qualité.....	11
VIII. Problèmes du secteur dattier en Algérie .....	11

## **Chapitre II : Généralités sur le potassium dans le sol et dans la plante .**

I. Propriétés chimiques du potassium.....	12
II. Statut du potassium dans le sol .....	12
II .1. Origine du potassium.....	12
II.1.1.Potassium des minéraux silicatés.....	12
II .1.2. Potassium échangeable.....	13
II .1.3. Potassium rétrogradé.....	13
II.1.4. Potassium associé aux matières organiques.....	13
II .1.5. Engrais potassiques.....	13
II.2. Teneur des sols en potassium total et réserves potassiques du sol .....	14
II.2.1. Teneur des sols en potassium total.....	14
II.2.2. Réserves potassiques du sol.....	14
III. Dynamique du potassium dans le sol.....	15
IV. Facteurs de disponibilité du potassium dans le sol.....	15
V . Rôle du potassium dans les plantes supérieures .....	16
V.1. Absorption du potassium par les plantes.....	16
V.2. Fonctions liées à la mobilité du potassium.....	17
VI. Les symptômes de déficience en potassium.....	18
VII. Interaction du potassium avec les autres éléments.....	19
VIII. Concepts de capacité, intensité et pouvoir tampon potassiques des sols.....	21

IX. Critères d'évaluation de la richesse des sols en potassium.....	21
IX.1. C.E.C .....	21
IX.2. Taux de saturation.....	21
IX.3. Potassium échangeable.....	22
X. Alimentation des plantes en potassium.....	22
X.1. Pompe sodium-potassium ou Na <sup>+</sup> -K <sup>+</sup> ATPase.....	22
X.2. Phénomène d'antagonisme.....	23
X.3. Phénomène de synergie.....	23

## **DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTAL.**

### **Chapitre III : Matériels et Méthodes.**

I. Matériel végétal .....	24
II. Dispositif expérimental.....	24
III. Stades de maturité de la datte.....	25
IV. Échantillonnage.....	27
V. Analyses de laboratoire.....	27
V.1. Analyse des dattes.....	29
V.1.1. Analyses physiques des dattes.....	29
V.1.2. Analyses chimiques des dattes et des noyaux.....	29
V.1.2.1. Dosage des éléments minéraux.....	29
VI.2. Analyses du sol.....	35
VI.2.1. Dosage du Cl <sup>-</sup> .....	35
VI.2.2. Bicarbonates HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .....	36
VI.2.3. Dosage des sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ).....	37

### **Chapitre IV : Résultats et Discussion.**

I. Effet de la fertilisation potassique sur les critères physiques des dattes.....	40
--	----

I.1. Poids des fruits .....	40
I.2. Poids des noyaux.....	40
I.3. Indices des poids .....	41
I.4. Longueurs des dattes .....	42
I.5. Diamètres des dattes .....	42
I.6. Indices de forme .....	43
I.7. Longueurs des noyaux.....	44
I.8. Diamètres des noyaux .....	44
II. Critères de qualité des dattes .....	46
II.1 Composition minérale des dattes .....	46
II.1.1. Teneurs des dattes en calcium.....	46
II.1.2. Teneurs des dattes en magnésium.....	46
II.1.3. Teneurs des dattes en sodium.....	47
II.1.4. Teneurs des dattes en potassium.....	47
II.1.5. Teneurs des dattes en phosphore.....	48
II.2. Composition minérale des noyaux.....	49
II.2.1. Teneurs des noyaux en potassium.....	49
II.2.2. Teneurs des noyaux en sodium.....	49
II.2.3. Teneurs des noyaux en calcium.....	50
II.2.4. Teneurs des noyaux en Magnésium.....	51
II.2.5. Teneur des noyaux en phosphore .....	51
III. Etude des propriétés des sols.....	53
III.1. Sol du palmier 1 (palmier témoin).....	53
III.2 . Sol du palmier 2.....	53
III.3. Sol du palmier 3.....	54
III.4. Sol du palmier 4.....	54
III.5. Sol du palmier 5.....	55

III.6. Sol du palmier 6.....	55
III.7. Sol du palmier 7.....	56
III.8. Sol du palmier 8.....	56
III.9. Sol du palmier 9.....	57
III.10. Sol du palmier 10.....	57
III.11. Sol du palmier 11.....	58

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

# INTRODUCTION

Le potassium (K) est un élément essentiel pour tout être vivant. Il est abondant dans la nature et existe en quantités considérables et plus élevées que l'azote (N) et le phosphore (P) dans la majorité des sols; la croûte terrestre contient environ 1,9 % de potassium et 0,11 % de phosphore (Fageria, 2009; Power et Prasad, 1997; Doumbouya, 2015).

Le potassium (K), est un élément nutritif essentiel pour la vie et pour toutes les cultures en général (Fageria, 2009). Le K joue un rôle fondamental dans le développement de la plante, la vigueur de la culture et la résistance à la sécheresse, au gel et aux maladies (Bansal et Trehan, 2011). Dans le cas d'une carence aiguë, les pourtours des feuilles peuvent sécher, causant la mort prématurée de la plante (Mengel, 2010).

Le K est abondant dans la croûte terrestre et il est présent dans la majorité des sols. Mais les formes de K disponibles aux plantes sont souvent déficientes dans les sols d'où l'importance de l'application des engrais potassiques (Fageria, 2009). Selon Bansal et Trehan, (2011); Nechi, (2016), l'efficacité des engrais potassiques ne dépasse pas 50-60 % dans la culture de la pomme de terre.

K<sup>+</sup> joue un rôle important dans la synthèse, la transformation et le transport des assimilables vers les graines, c'est ainsi que sa carence se perçoit par un faible poids des graines, elle joue un rôle important dans la résistance à un certain nombre de stress la comme sécheresse hydrique, salin et aux maladies (Ierot, 2006).

Dans les sols, le potassium se trouve sous la forme assimilable et non assimilable. Ces différentes formes de K<sup>+</sup> sont en équilibre entre eux (Jalali, 2007). La forme facilement assimilable constitue 2% du potassium total du sol (brady et weil, 2002).

Dans les oasis des Ziban les sols sous palmiers sont classés comme des sols à faible fertilité potassique et par conséquent cette pauvreté affecte la qualité des dattes notamment DegletNour (Khechai et Daoud, 2016). Ceci conduit à des apports périodiques et contenues pour atteindre le niveau de fertilité souhaitable et par conséquent satisfaire le besoin du palmier dattier en cet élément.

# INTRODUCTION

En effet, de nombreuses travaux ont fait l'objet de l'effet de la fertilisation potassique sur la production des cultures (Far, 2014 ; Mpika et al, 2015 ; Clemente , Martinaz ,Alves, 2015).De même de nombreuse études ont évalué la composition des dattes en potassium (Ahmed and al, 1995 ; Ali Mohamed and Khamis, 2004 ; Al-Kharusi and al ,2009; Baliga et al, 2010; Marzouk and Kassem, 2011 ; Khalid and al ,2017 ; Chamam, 2019). Cependant peu d'études ont été consacré à l'étude de l'effet de l'apport potassique sur la composition minérale et biochimique de ces fruits.

Dans ce contexte, le but de ce travail consiste à examiner l'effet de la fertilisation potassique appliquée à différents stades de maturité sur la qualité de la datte Deglet-Nour.

La première partie de ce mémoire, traite des généralités sur les critères de qualité des dattes et généralités sur le potassium dans l'interface sol-plante, tout en évoquant les effets de la nutrition potassique dans la plante. Le deuxième partie, aborde la méthodologie de l'expérimentation, et présente les résultats avant la conclusion générale et les perspectives de ce travail.

# **Chapitre I**

## **Généralités sur les critères de qualité des dattes**

## I. Filière des dattes en Algérie

La filière dattes est classée parmi les filières stratégiques en Algérie, à côté des viandes rouges et blanches, le lait, les céréales et la pomme de terre. À cet effet, et vue l'importance socioéconomique que présente cette filière, beaucoup de programmes de recherche et de développement sont mis en place par le Ministère de l'agriculture et du développement rural et autres centres et institutions de recherche agricole.

Les oasis Algériennes disposent de plus de 800 cultivars recensés (Acourene, 2007). Elles sont réparties dans les zones du Sud-est (Biskra, El-oued et Ouargla), Sud-ouest (Bechar, Adrar), Centre-extrême-sud (Ghardaia, Tamanrassat, Tindouf, Illizi) et d'autres zones dispersées. Néanmoins, la répartition potentielle du palmier dattier se trouve dans le Sud-est qui abrite près de 60 % du patrimoine national.

La variété Deglet-Nour occupe plus de 60 % du nombre total du palmier (Merrouchi, et al, 2006) dont le fruit est soumis à des spéculations dans sa commercialisation. La production en dattes est consommée, pour la grande partie, à l'intérieur du pays, dans la mesure où les exportations de l'Algérie en dattes, déclarées officiellement, sont estimées annuellement entre 4 et 5 % de la production totale nationale (Zeddour, H, 2011).

Actuellement, la dattes Deglet Nour est devenue un luxe pour la plupart de la population Algérienne et ce, malgré l'extension de la superficie phoenicicole et l'augmentation de la production. Cette situation a pour origine plusieurs raisons : structurelles, commerciales et techniques (Merrouchi et al, 2015)

## II. Description de la dattes

**La dattes**, fruit du palmier dattier, est une baie, généralement de forme allongée, ou arrondie. Elle est composée d'un noyau ayant une consistance dure, entouré de chair.

La partie comestible de la dattes, dite chair ou pulpe.

- **un péricarpe** ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau ;
- **un mésocarpe** généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue;

- **un endocarpe** de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (**Espiard, 2002**).

**Graine** : ou noyau, elle est fusiforme, elle présente une protubérance, la face dorsale présente un sillon de forme variable la face ventrale est convexe.

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 Grammes selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambres, rouges, brunes plus ou moins foncées (**Djerbi, 1994**).



**Figure 1 : La datte Deglet Nour**

### **III. Formation et évolution de la datte**

Selon Gille, (2000) ; les dattes sont généralement de forme allongée, oblongue ou ovoïde, dans les maisons ont peu rencontré ; également ; des dattes sphériques.

leur longueur : est très variable, de 1 à 8cm.

leur poids : de quelque grammes à plus de dizaine de gramme.

leur couleur :du jaune clair à brun plus ou moins foncé en passant par toutes les teintes de jaune ,jaune ambré ,orangé ,rouge vif, rouge brun ,mais également vert ,violet ,noir .

Leur consistance : molle ou dure .on distingue en fait quatre catégories de datte (datte molle, demi-molle, sèche, demi-sèche.

#### IV. Classification des dattes

##### IV.1. Classification selon la consistance(r)

En 1973, Munier définit un indice « r » de qualité ou de dureté : il est égal au rapport de la teneur en sucres sur la teneur en eau des dattes.

$$r = \frac{\text{Teneur en sucre totaux}}{\text{teneur en eau}}$$

Le calcul de cet indice permet d'estimer le degré de stabilité du fruit et conduit à la Classification suivante :

- Dattes molle  $r < 2$
- Dattes demi molle  $2 < r < 3.5$
- Dattes sèches  $r > 3.5$

Pour  $r = 2$  la stabilité du fruit est optimale et son aptitude à la conservation est très appréciable.

Selon Dawsou ,(1963) in (Kebbi,2013),a distingué deux catégories de dattes: celles à saccharose (sucre non réducteurs) et celles à sucres réducteurs. Cette distinction a de l'importance pour le conditionnement des dattes .D'autres études ont permis de fixer d'autres critères de classification des dattes.

##### IV.2. Classification selon la composition

Selon ( Estanove.P .1990), une étude prospective réalisée par Toutain et Ferry sur dix pays phoenicicoles ont permis de tirer les conclusions résumées dans le tableau (1):

**Tableau 1 : Classement des dattes selon leurs compositions**

Classe 1	Classe2	Classe 3	Classe4
Saccharose = 40 à 65%	Saccharose = 10 à 35 %	Saccharose = 0 à 10 %	Saccharose = 0%
Glucose + fructose = 20 à 40%	Glucose + fructose = 40 à 75%	Glucose + fructose = 65 à 90 %	Glucose + fructose = 35 à 75 %
Eau = 15 à 25%	Eau = 10 à 30%	Eau = % 10 à 35	Eau = % 35 à 65

## V. Caractéristiques morphologiques du cultivar Deglet Nour

Les dattes de variété Déglet-Nour ont des caractéristiques morphologiques et organoleptiques différentes (Tableau 2, notamment, du point de vue de la couleur, de la consistance, de la texture et de même dans le rapport noyau/datte (Sayah et Ould El-Hadj, 2010).

la variété Déglet-Nour a une consistance demi-molle et couleur marron foncé

Le rapport noyau/datte montre que la variété Déglet-Nour est plus charnue .Déglet-Nour, a des textures fibreuses. L'aspect dur de la (SAYAH et al, 2010) (Tableau 2).

**Tableau 2 . Caractéristiques morphologiques des dattes Deglet Nour**

<b>Caractère du fruit</b>	<b>Valeur moyenne</b>
Forme de la date	Ovoïde
Couleur au stade Tmar	Marron foncé
Consistance	Demi-molle
Plasticité	Tendre
Texture	Fibreuse
Goût	Parfumé
Forme du noyau	Ovoïde
Couleur du noyau	Marron
Poids de la datte (g)	10,97
Poids de la pulpe (g)	9,75
Poids du noyau (g)	0,7
Taille de datte (cm)	4,11
Taille du noyau	2,33
Noyau/datte (%)	6,41

## VI. Composition biochimique des dattes

### VI.1. Composition biochimique de ma partie comestible." Pulpe"

La datte est constituée de deux parties, une qui est comestible, représentée par la pulpe (Mésocarpe) ; et l'autre, non comestible, qui est le noyau, ayant une consistance dure. Ce dernier représente 10 à 30% du poids de la datte, il est constitué d'un albumen protégé par une enveloppe cellulosique.

Selon **Estanove (1990)**, la datte se compose essentiellement d'eau, de sucres réducteurs « glucose et fructose » et de sucres non réducteurs, « saccharose ». Les constituants non glucidiques représentent les protides, les lipides, la cellulose, les cendres (sels minéraux), les vitamines et les enzymes.

#### VI.1.1. Constituants majeurs de la pulpe

##### VI.1.1.1. Eau

Elle est le principal constituant de la datte, elle s'intéresse le plus le conditionneur car la teneur en eau peut être modifiée à volonté par déshydratation ou hydratation (**Ghachem, 1992**).

La teneur en eau est en fonction des variétés, stade de maturation et du climat. Elle varie entre 8 et 30 % du poids de la chair fraîche avec une moyenne d'environ 19% (**Noui, 2007**).

**Tableau 3 : teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra),**

(**Noui, 2007**)

Variétés	Consistance	Teneur en eau %
Deglet –nour	Demi -molle	22,60
Mech – degla	Sèche	13,70
Ghars	Molle	25,40

### VI.1.1.2. Sucres

La teneur en sucres totaux est très variable et dépend de la variété et du climat. Elle varie entre 60 et 80 % du poids de la pulpe fraîche (**Siboukeur, 1997**)

Le tableau montre la teneur en sucres dans les dattes, signalons une grande variabilité des teneurs pour le saccharose et les sucres réducteurs. La teneur en saccharose varie entre 0,8 et 52,4 %, celle des sucres réducteurs est de 20 à 94 % de matière sèche.

**Tableau 4: Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes de la région des Zibans, en % de matière sèche (Acourene et Tama., 1997).**

Variétés	Consistance	Sucres totaux	Saccharose	Sucres réducteurs
Chars Tantboucht Deglet- zibane	Molle	87,42 79,80 84,00	5,00 0,90 2,45	82,12 78,80 81,45
Ltima Safraia El- ghazi	Demi-molle	78,51 79,00 94,90	4,29 1,31 0,80	73,40 77,61 94,00
Mech-degla  Kenta  Horra	Sèche	75,10  72,30  82,46	52,40  40,55  50,00	20,00  36,80  29,86

### VI.1.1.3. Autre constituants

La datte contient de nombreux autres constituants comme les substance pectique (4,25%) , les fibres totaux (4,5 du poids frais),les lipides (1,25% du poids frais ) (**Ben Chaben,2007**).

## VI.1.2. Constituants mineurs de la pulpe

### VI.1.2.1. Protéines et lipide :

Ces deux substances se trouvent en faibles quantités dans les dattes. Les lipides sont concentrés dans l'épicarpe et varient entre 2,5 à 7,5 % .Cette teneur est en fonction de la variété et du stade de maturation (Noui, 2007).

La pulpe de datte ne renferme qu'une faible quantité de protéines variant entre 0.38 à 2.5% selon Noui (2001). D'autres part Al-Shahib et Marshall (2003) notent une quantité plus élevée allant de : 2.3% à 5.6 % du poids de la pulpe fraîche de la datte. Favier et al. (1995) ont noté la présence dans la datte des acides aminés comme Isoleucine , leucine, lysine, méthionine, cystine .

### VI.1.2.2. Eléments minéraux

La datte est l'un des fruits les plus riches en élément minéraux essentiellement le potassium, le magnésium, le phosphore et le calcium.

La pulpe de la datte est riche en éléments minéraux. Les cendres représentent 2% du poids à l'état frais des dattes mûres (Ben Thabet et al, 2009).

### VI.1.2. 3. Vitamines

La pulpe de dattes contient des vitamines en quantités variables avec les types de dattes et leur provenance. En général, elle contient des caroténoïdes et des vitamines du groupe B en quantités appréciables, mais peu de vitamine C (Munier, 1973).

## VI.2. Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau "

Le noyau présente 7 à 30 % du poids de la datte. Il est composé d'un albumen blanc, dur et corné protégé par une enveloppe cellulosique (Munier.1973).

**Tableau 5 : Composition chimique de noyau en %(Meziani, 1995)**

Constituents	% du poids du noyau
Eaux	6,46
Lipides	8,49

Proteine	5,22
Glucide	62,51
Fibres	16,20
Cendres	1,12

Selon **Djerbi (1994)**, les noyaux constituent un sous-produit intéressant. En effet, de ces derniers, il est possible d'obtenir une farine dont la valeur fourragère est équivalente à celle de l'orge.

Des données analytiques sur la composition chimique du noyau de dattes montrent qu'il renferme plusieurs acides gras avec une proportion plus importante d'acides oléique et laurique (**Ben yahia , 2018**).

## VII. Contrôle de qualité :

### VII.1. Critères d'évaluation qualitative

Les critères d'évaluation qualitative des dattes des cultivars Algériens, Marocains, Tunisiens, Egyptiens et Irakiens ont été rapportés par (**Meligi et Sourial ,1982**) et (**Mohamed et al,1983**) cité par (**Acourene et al, 2004**) (Tableau 6).

**Tableau 6 : Critères d'évaluation qualitative**

Longueur du fruit	Réduite	< 3,5 cm	Mauvais caractère
	Moyenne	3,5 – 4 cm	Acceptable
	Longue	> 4 cm	Bon caractère
Poids du fruit	Faible	< 6 g	Mauvais caractère
	Moyen	6 – 8 g	Acceptable
	Elevé	> 8 g	Bon caractère
Poids de pulpe	Faible	< 5 g	Mauvais caractère
	Moyen	5 – 7 g	Acceptable
	Elevé	> 7 g	Bon caractère

Diamètre du fruit	Faible	< 1,5 cm	Mauvais caractère
	Moyen	1,5 – 1,8 cm	Acceptable
	Elevé	> 1,8 cm	Bon caractère
Humidité	Très faible	< 10%	Mauvais caractère
	Moyenne	10 – 24%	Bon caractère
	Elevée	25 – 30%	Acceptable
	Très élevée	> 30%	Mauvais caractère
pH	pH acide	< 5,4	Mauvais caractère
	Compris entre	5,4 – 5,8	Acceptable
	Supérieur	> 5,8	Bon caractère
Sucres totaux	Faibles	< 50%	Mauvais caractère
	Moyennes	60 – 70%	Acceptable
	Elevés	> 70%	Bon caractère

## VII.2. Critères d'évaluation chimique :

La composition chimique des dattes Deglet Nour produites aux Ziban Selon sont résumées dans le tableau ci-dessous (**Belguedj, 2002**)

**Tableau 7 : Caractéristique chimiques des dattes**

Teneur en eau (%)	pH	Acidité g/kg	Pectine (%)	TSS (%)	Sucre réducteurs %	Saccharose (%)	Sucre totaux (%)	Sucre/ Eau
25,52	5,96	1,67	2,10	71	22,81	46,11	71,37	2,89

### VII.3. Critères d'évaluation organoleptique :

Les critères d'évaluation organoleptique des dattes Deglet-Nour selon (AFNOR 09-14) cité par (Açourene et al.2006) sont avancés dans le tableau 8.

**Tableau 8 : Critères d'évaluation organoleptique des dattes**

Teste	Caractère	Notation
Sucrosité	Très	4
	Sucré	3
	Légèrement sucré	2
	Non sucré	1
Gout	Excellent	4
	Saveur perçue (suiel d'identification)	3
	Un faible niveau de saveur (légèrement déplaisant)	2
	Aucun impresssion perçue	1
Fermenté	Faible résistance à la fermenté lors de la mastication	4
	Ferme	3
	Moyennement ferme	2
	Grand résistance à la déformation (très ferme)	1
Arome	Très caractéristiques	4
	Caractéristiques	3
	Peu caractéristique	2
	Absence d'arome	1
Couleur	Très bonne	4
	Bonne	3
	Passable	2
	Très altéré	1

#### VII. 4. Critères et normes Algérienne d'évaluation de la qualité

Selon les normes fixées par la Ministère de l'agriculture dans l'arrêté interministériel du 17 Novembre 1992 pour les variétés connues : une datte est dite d'une qualité physique et biochimique acceptable lorsque les critères suivants sont respectés (**Bousdira, 2007**) :

- Aucune anomalie et non endommagée ;
- Un poids de la datte égale ou supérieur à 6 grammes ;
- Un poids de pulpe égale ou supérieur à 5 grammes ;
- Une longueur égale ou supérieure à 3,5 centimètre ;
- Un diamètre égal ou supérieur à 1,5 centimètre ;
- Un pH égal ou supérieur à 5,4 ;
- Une humidité comprise entre 10 – 30% ;
- Une teneur en sucre égale ou supérieure à 65% du poids sec.

#### VIII. Problèmes du secteur dattier en Algérie :

Selon **Boubekri A, (2010)** , les problèmes relatifs au secteur dattier en Algérie peuvent se résumer dans trois axes :

- ✓ Les problèmes agronomiques ayant trait avec l'augmentation de la production et sa protection contre les différentes altérations et les ravageurs (ex. irrigation, drainage, lutte contre les parasites, etc.)
- ✓ Les problèmes commerciaux et organisationnels : le rôle à jouer ici est la recherche de nouveaux marchés et de renforcer par tout moyen la bonne distribution de la datte dans le pays ou à l'extérieur.
- ✓ Les problèmes technologiques : Leur rôle est de rechercher l'amélioration de la production dattière, l'amélioration de la qualité au vue du consommateur et préserver la qualité des dattes avant et après la récolte.

## **Chapitres II**

# **Généralités sur le potassium dans le sol et dans la plante**

## I. Propriétés chimiques du potassium

Le potassium est un élément chimique majeur indispensable à la nutrition des plantes. Les restitutions organiques aux sols permettent de satisfaire les besoins des cultures en K et d'assurer l'entretien de la fertilité des sols.

Le potassium fait partie des éléments minéraux. Il appartient à la 4<sup>ème</sup> période et au sous groupe I-A du tableau de Mendeleïv, de symbole chimique K et de numéro atomique 19, sa masse atomique est de: 39,1.

La concentration plasmatique est de 3,5-5 mmol/L. Le cation potassium ( $K^+$ ) est l'ion intracellulaire prédominant (140 mmol/L) responsable, avec le phosphate et les protéines, de la pression osmotique intracellulaire. Par ailleurs, le potentiel de repos d'une cellule est déterminé par la conductibilité du  $K^+$  (efflux de K).

## II. Statut du potassium dans le sol

### II.1. Origine du potassium

Le potassium dans le sol se trouve uniquement sous forme minérale. Il provient soit de la décomposition de la matière organique et des minéraux du sol, soit des engrais (**Prajapati et modi ha, 2012**).

#### II.1.1. Potassium des minéraux silicatés

Le potassium est plus rencontré dans les minéraux silicatés: les micas, les feldspaths potassiques et certaines argiles comme les illites sont très riches en  $K^+$ . Cette forme de potassium constituant des matériaux silicatés représente 98 % du poids total de cet élément dans les sols (**mhiri, 2002**). Selon **Li and al, (2015)** ; les minéraux argileux constituent à la fois, le principal réservoir et le piège à potassium dans les sols si bien que la teneur en potassium est utilisée comme critère de distinction des minéraux d'altération.

**Tableau 9 : Teneur en KO et degré d'altération des argiles.**

Type d'argile	Muscovite (micoblanc)	Hydro muscovite	Biotite	Illite	Vermiculite	Smectite
<b>K20 (%)</b>	9	8	6-10	6-8	0-2	0,5

Source: **Mhiri (2002)**

Le potassium n'est pas directement disponible. Cette disponibilité sera acquise, le plus souvent après l'altération des matériaux silicatés et d'une activité biologique plus ou moins longue, quand elle aboutira.

### II.1.2. Potassium échangeable

Le potassium échangeable est à la fois le potassium solubilisé et le potassium adsorbé sur les colloïdes argilo-humiques. La proportion de potassium échangeable représente 90 % ou plus du potassium adsorbé, le potassium dissous dans la solution du sol représente au maximum les 10 % restant et bien souvent beaucoup moins (1 à 2 % du potassium total) (**Prajapati et modi, 2012**). Les plantes peuvent utiliser aussi bien le potassium libre de la solution du sol que le potassium adsorbé sur le complexe adsorbant.

### II.1.3. Potassium rétrogradé

Le potassium est rétrogradé quand les ions  $K^+$  passent de la surface externe des argiles pour être insinués à l'intérieur, entre les feuillets d'argile surtout les argiles gonflants (les montmorillonites et les illites). La rétrogradation des ions  $K^+$  rend leur disponibilité difficile. Cette rétrogradation se fait quand le pH du sol augmente, en période de dessiccation et lorsque la présence d'ions calcium augmente dans la solution du sol (**Mhiri, 2002**), cependant ce processus n'est pas irréversible. La libération des ions  $K^+$  peut se faire en période d'humectation et surtout aussitôt que la réserve d'ions  $K^+$  pour les plantes diminue au cours de l'absorption par les racines.

### II.1.4. Potassium associé aux matières organiques

Lorsque le potassium est lié aux matières organiques, il est particulièrement facile à utiliser par les végétaux. Une liaison particulière du potassium avec les matières organiques existe lorsque le  $K^+$  est adsorbé sur la paroi bactérienne ou encore lorsque les bactéries intègrent cet élément au cours de leur métabolisme (**gieth and mäser, 2007**),. selon **assaha et al, (2017)**, ces bactéries restituent le potassium sous une forme particulièrement utilisable, après leur mort.

### II.1.5. Engrais potassiques

Le potassium industriel se présente sous forme d'engrais simple et composé Ils peuvent être apportés sous formes d'engrais binaire ou ternaire mais sous forme d'engrais très complexe. Les principaux composés potassiques sont: le  $K_2SO_4$ ,  $KCl$  ou le NPK. Ce type d'engrais est couramment appliqué pour l'enrichissement du sol et satisfaire le besoin de la culture en cette élément, notamment dans les stades de floraison et fructification.

Les engrais potassiques ont tous la même efficacité du point de vue du potassium : le choix s'effectuera plutôt est fonction de la culture et la nature de l'anion associé (sulfate ou chlorure par exemple). Le chlorure de potassium présente, par ailleurs, un indice de salinité 2 à 3 fois plus élevé que le nitrate ou le sulfate de potasse ; il sera donc important d'éviter dans la majorité des sols à risque de salinité ou pour les cultures sensibles au sels ; les ajouts de cette engrais.

## II.2. Teneur des sols en potassium total et réserves potassiques du sol

### II.2.1. Teneur des sols en potassium total

Pour ce qui est de la teneur des sols en potassium total, il apparaît que les sols à texture fine (texture argileuse, argilo-limoneuse,...) sont potentiellement plus riches en K total que ceux à texture grossière, à l'exception de certains sols franchement sableux, riches en feldspaths potassiques. Cependant la teneur en K total d'un sol n'indique pas le niveau de disponibilité de cet élément pour la plante cultivée (**Sountoura, 2011**).

### II.2.2. Réserves potassiques du sol

Le potassium échangeable ne constitue qu'une partie du potassium contenu dans le sol sauf dans les sols purement organiques où il est à mesure de représenter la totalité du potassium (**Wicklander, 1954**). **Barbier (1962)** précise qu'en pays tempéré, le potassium échangeable ne fait que 1 à 2% du potassium total dans beaucoup de sols non humifères bien que cette proportion puisse varier considérablement suivant les types de sols. En région tropicale, la majorité des sols contiennent des réserves potassiques beaucoup plus importantes que le potassium échangeable analysé (**Boyer, 1973**).

Les réserves potassiques du sol sont diverses et présentent une grande variabilité suivant les horizons et les types de sol. En pays tempéré, le sol possède un certain pouvoir tampon pour le potassium échangeable et après un prélèvement le sol tend à recouvrer une valeur d'équilibre avec les autres bases échangeables. **Beckett (1970)** rapporte que cette valeur d'équilibre a été rarement déterminée en milieu tropical. Toutefois de nombreux auteurs soulignent que le potassium non échangeable peut intervenir dans la nutrition des plantes (Middelburg, 1955; Aubert, 1958; Weir, 1966; Salmon, 1971; Coulter, 1972; Forster, 1972).

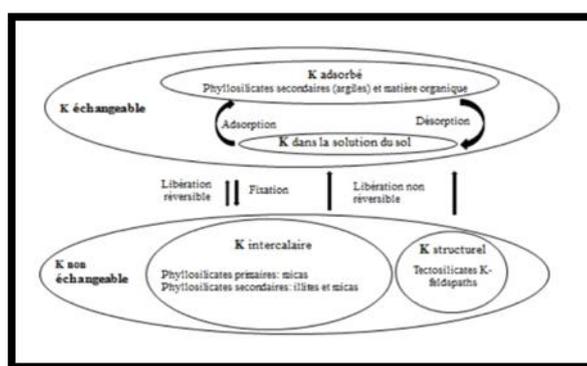
### III. Dynamique du potassium dans le sol

La dynamique du potassium est régie par l'ensemble des processus qui commandent son passage d'un compartiment à un autre (dissolution, échange, fixation, libération), par son transfert d'un horizon à un autre et par l'absorption racinaire. C'est le bilan de tous ces processus qui détermine, à un instant donné, le statut du potassium dans le sol.

La dynamique du K dépend en grande partie de la minéralogie du sol qui détermine à la fois les échanges d'ions et les processus de libération-fixation (**Hinsinger, 2006**). Un transfert continu débute avec du K structural des minéraux primaires vers une forme échangeable ou fixée et K soluble. En effet, durant le cycle de croissance de la plante, le K dans la solution du sol est continuellement reconstitué par la forme échangeable qui dépend à son tour des formes fixée (non échangeable) et minérale (Figure 2) (**Shanwal et Dahiya, 2006**).

La libération du K à partir des feldspaths demande une dissolution complète et irréversible du minéral favorisée par des conditions acides (**Hinsinger, 2006**). La libération du K suit la séquence : Biotite > microline  $\approx$  orthoclase > muscovite (**Power et Prasad, 1997**).

La charge négative des micas est neutralisée entièrement par le K. Ainsi, la libération du K résulte en la formation des minéraux secondaires argileux comme l'illite (micas hydratés) et la vermiculite accompagnée d'un gain en eau ou en  $\text{OH}_3^+$  et du gonflement de la maille de la structure cristalline. Le K passe alors d'une forme fixée non échangeable à une forme échangeable (**Hinsinger, 2006**).



**Figure 2 : Diverses formes de K dans le sol et les processus chimiques impliqués dans la dynamique de K dans le sol (adaptée de Hinsinger, 2006).**

### IV. Facteurs de disponibilité du potassium dans le sol.

Selon **Kronzucker et al, (2008)** ; **Li and al, (2016)** différents facteurs contrôlent la disponibilité du potassium dans le sol comme :

- La vitesse de passage du potassium du complexe absorbant vers la solution du sol lorsque celle-ci est appauvrie par les prélèvements des racines.
- La teneur du sol en éléments fins qui est un facteur influant non seulement la vitesse de transfert du potassium, mais aussi sur la détermination du nombre de sites d'échange de cet élément dans le sol.
- La nature des cations présents dans le sol dont certains sont susceptibles d'inhiber les mouvements du potassium échangeable sur le complexe absorbant. La présence du  $\text{NH}_4^+$  induit une diminution du potassium échangeable. Selon **Barbier, (1987)** ; les hydroxydes de fer et d'aluminium sont à mesure de neutraliser les sites d'échange du potassium.
- La présence de l'aluminium surtout dans les sols acides sous forme échangeable occupe les sites potentiels du potassium en plus de diminuer sa mobilité. Les sols de  $\text{pH} < 6$  sont considérés comme déficients en  $\text{K}^+$ . Le calcium peut jouer un rôle analogue à celui de l'aluminium, lorsque le sol est alcalin.
- Le potassium est un élément mobile, donc susceptible de migrer dans les horizons plus profonds, ainsi que d'être entraîné en dehors de la parcelle (pertes par lessivages importantes en sol sableux). Cet aspect, lié à la texture du sol, au sur irrigation et au drainage.

## V . Rôle du potassium dans les plantes supérieures

Le potassium est le cation le plus important, en quantité mais aussi au regard de ses nombreuses fonctions biochimiques et physiologiques. Il est nécessaire à la turgescence cellulaire et au maintien du pH pour de nombreuses synthèses dans le cytoplasme.

### V.1. Absorption du potassium par les plantes

La quantité de potassium absorbée dépend de l'espèce cultivée, du potassium disponible dans le sol et des conditions environnementales durant la saison de culture (**Pettigrew, 2008**). Dans les plantes, il est sous la forme d'un cation monovalent. Il est, avec l'azote, l'élément minéral le plus abondant dans les plantes. Dans la plante la teneur en K

varie de 1 à 10% et se situe en moyenne à 3% dans la matière sèche (**Epstein et Bloom, 2005**).

Marschner (1995) indique qu'une teneur en K au-delà de 1,2 % de matière sèche est

indispensable au fonctionnement des végétaux supérieurs.

L'absorption du potassium se fait selon deux mécanismes transmembranaires (**Epstein**

et **Bloom, 2005**). Le système à haute affinité (HATS) qui est opérant à des concentrations extérieures faibles (1 mM) et qui catalyse un flux interne contre un gradient électrochimique (**Ve'ry et Sentenac, 2003**), et le système à faible affinité (LATS) qui domine lorsque la concentration extérieure est élevée et repose sur l'utilisation des canaux à potassium. Ces deux mécanismes permettent aux plantes de s'adapter aux conditions variées et fluctuantes des teneurs en K du sol (**Ashley et al. 2006**). Le transport actif est partiellement inhibé lorsque le niveau de potassium dans la plante devient très élevé (**Mengel et Kirkby, 2001**). Le défaut d'inhibition observé dans certaines conditions pourrait expliquer les consommations de luxes observées lorsque le milieu est particulièrement riche en potassium.

Une fois dans la plante, le potassium est impliqué dans de nombreux processus. Il est caractérisé par une grande mobilité dans la plante à tous les niveaux dans les cellules, les tissus et dans les vaisseaux de sèves brute ou élaborée.

## V.2. Fonctions liées à la mobilité du potassium

Le potassium est un élément qui joue un rôle important de régulation des échanges transmembranaires pour lequel il n'est pas remplaçable par d'autres cations.

Le maintien du pH dans la plante par le potassium permet l'acidification des parois cellulaires et une extensibilité pariétale indispensable à la croissance. Mais d'autres ions sont actifs dans le maintien du gradient de pH transmembranaire, en particulier le calcium (**Shabala et Newman, 1999**).

Le potassium intervient dans le transport des sucres depuis leur production dans le parenchyme chlorophyllien jusque dans les tubes criblés suivant un mélange des voies symplastique et apoplastique. La voie symplastique se fait principalement à travers les plasmodesmes, sans franchir de membranes poussées par les potentiels osmotiques et la diffusion moléculaire. La voie apoplastique fait appel aux espaces intercellulaires par flux de sucres jusqu'à la membrane des cellules de chargement du phloème qu'elle doit alors traverser (**Ashley et Goodson, 1972; Cakmak et al., 1994**).

Le transport des nitrates (**Ben-Zioni et al., 1971**) et des acides aminés (**Mengel et al., 1981**) est favorisé, voire conditionné, par la présence du potassium dans la plante.

Une autre fonction du potassium se résume à la synthèse d'ATP mitochondriale (**Liu et al., 1998**).

Les mouvements d'orientation des feuilles et des stipules en fonction de la lumière sont également provoqués par des flux de potassium (**Satter et al., 1988; Moran, 2007**). Les fonctions remplies par la circulation du potassium semblent donc évidentes et elles se déroulent à des échelles variées tout en touchant à des fonctions essentielles de la plante.

## VI. Les symptômes de déficience en potassium

La carence en potassium n'est pas aussi commune que celle de N et de P. En plus, elle n'est pas facilement identifiée contrairement aux carences en N et P (**Fageria, 2009**), vu qu'au début elle se manifeste par un retard de croissance, qui est un symptôme non spécifique (**Mengel, 2010**). Le potassium est hautement mobile dans la plante. Ainsi, les premiers symptômes de carence apparaissent sur les feuilles les plus âgées (Figure 3 et 4). Les feuilles âgées présentent des tâches chlorotiques et nécrotiques sous forme de petites stries le long des bords de la feuille commençant au bout et s'élargissant vers la base de la feuille. À un stade avancé de stress potassique, les chloroplastes et les mitochondries s'affaissent et les plantes entrent dans un état de faiblesse énergétique (**Mengel, 2010**).

Les plantes carencées ont un système racinaire mal développé et de faibles tiges montrant une résistance réduite à la verse. Les semences et les fruits sont relativement secs et de petit calibre. Les plantes sous stress potassique sont plus sensibles aux maladies et aux intempéries (**Fageria, 2009**).



**Figure 3 : Carence en potassium  
chez des poinsettias**

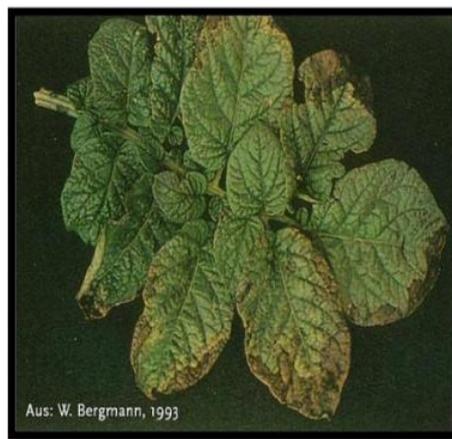


**Figure 4 : Carence en potassium  
chez la tomate**

Les carences en potassium ont un impact sur le rendement, la taille et la qualité des fruits (**Rogiers et al, 2017**). Un manque d'apport adéquat de potassium se traduit aussi par une moindre matière sèche dans les tubercules. Les carences en potassium réduisent également la capacité des plantes à résister aux agressions extérieures (maladies, parasites) et aux stress climatiques tels que la sécheresse et le froid.



**Figure 5: Aspect brillant chez la pomme de terre**



**Figure 6 : Aspect métallique chez la pomme de terre**

## VII. Interaction du potassium avec les autres éléments

Comme tout élément chimique, le potassium peut avoir un effet antagoniste avec certains autres éléments, à savoir  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  chargés tous positivement, ce qui les met en compétition sur les sites d'échange du complexe argilo-humique chargé négativement en surface. Les sites d'échange présentent une certaine affinité vis-à-vis la fixation des éléments nutritifs, de ce fait certains sont retenus plus fortement sur le complexe, ce qui augmente de plus cette compétitivité entre les cations. La force de fixation des cations croît dans l'ordre suivant :  $\text{Na}^+ < \text{NH}_4^+ < \text{K}^+ < \text{H}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Al}^{3+}$  ..., elle dépend du rayon atomique, de la valence (à rayon atomique semblable, les monovalents sont moins retenus que les bivalents), du degré d'hydratation des ions et du pH du sol (**Gobat et al., 2010**).

**Zhang et al. (2010)** ont montré qu'il y a une interaction positive entre N et K pour plusieurs cultures, l'absorption de K a été améliorée en utilisant des engrais N mais ils ont attribué cet effet à une relation de vecteur de transport entre  $\text{NO}_3^-$  et  $\text{K}^+$ .

**Allison et al. (2001)** ont montré qu'une forte teneur en  $K^+$  dans le sol faisait diminuer la concentration en Mg dans les feuilles de la pomme de terre; ils ont supposé que cette diminution était due à une diminution de cet élément dans la solution du sol et par la suite à une mauvaise absorption du Mg par la plante. Au Québec, les recommandations en  $K_2O$  dépendent du résultat de l'analyse du sol en K extrait au Mehlich (KM-III), mais un excès de K peut nuire à l'absorption du calcium et du magnésium. On doit donc ajuster la recommandation en Mg en fonction de celle du K (**CRAAQ, 2010**).

Lorsque l'application de K augmente, la concentration de Mg dans les pétioles diminue (Hossner et Doll, 1970; Giroux, 1987). Walsh et O'Donohoe (1945) ont démontré qu'en absence de fertilisant Mg, l'augmentation des doses de K de 105 à 264 kg K ha<sup>-1</sup> diminuait le rendement en tubercules de 25 à 22 Mg ha<sup>-1</sup> mais ils n'ont pas prouvé que l'application du fertilisant Mg puisse réduire cet effet. Hossner et Doll (1970) ont montré que l'augmentation de la dose de K de 200 à 665 kg  $K_2O$  ha<sup>-1</sup> augmente les besoins en Mg de 56 kg Mg ha<sup>-1</sup>.

Johnston et Goulding (1992) ont montré qu'une quantité de 1 kg K ha<sup>-1</sup> est perdue pour chaque 100 mm de précipitations filtrées à travers le sol, mais cette valeur serait plus importante si  $K^+$  a été déplacé en utilisant une solution riche en ions  $Ca^{2+}$ . Jalali et Rowell (2003) ont trouvé aussi qu'une faible quantité de  $K^+$  est lessivée à travers le sol avec une solution à faible concentration en  $CaCl_2$ , mais que l'augmentation de la concentration de  $Ca^{2+}$  dans la solution augmentait la concentration de  $K^+$  dans le lixiviat, ce qui démontre encore cet effet d'antagonisme entre ces deux éléments.

**Moussa (2015)** ces antagonismes entre les différents éléments nutritifs du sol sont à l'origine de la perturbation de l'équilibre de l'absorption de ces éléments et par la suite de l'équilibre de ces éléments dans la plante. Fontes et al. (1996) ont trouvé qu'une concentration élevée de K dans le sol engendrait une diminution du poids des tubercules et des pousses. Ils ont montré aussi que dans le cas où la concentration du K était déficiente, la faible croissance était attribuable à une absorption réduite de K à cause de l'interaction avec de fortes concentrations en Ca et Mg. Panique et al. (1997) ont montré que l'augmentation de l'application de K diminuait le poids spécifique de la pomme de terre bien que des diminutions n'étaient généralement pas aussi marquées en utilisant  $K_2SO_4$ .

### VIII. Concepts de capacité, intensité et pouvoir tampon potassiques des sols.

-**La capacité** : c'est un concept quantitatif de l'offre potentielle du sol. Il est en relation avec plusieurs paramètres (teneur en argile, nature des argiles, volume exploité par les racines, la C.E.C, S/T...).

- **L'intensité** : Elle est traduite par la concentration actuelle de la solution du sol en K<sup>+</sup> soluble.

-**Le pouvoir tampon potassique du sol** : C'est son aptitude à régénérer plus ou moins rapidement sa teneur en potassium échangeable au fur et à mesure de l'absorption par une culture. (Les sols de texture fine ont un pouvoir tampon plus élevé que celui des sols sableux).

### IX. Critères d'évaluation de la richesse des sols en potassium :

#### IX.1. C.E.C :

Le tableau ci-dessous résume l'état de fertilité chimique par la mesure de la capacité d'échange cationique. Cette grandeur est mesurée au laboratoire par une double saturation par de l'acétate de sodium et l'acétate d'ammonium.

Les sols argileux présentent des CEC élevées tandis que les sols à texture sableuses ont des CEC faibles. De même la présence de la matière organique fait augmenter la capacité du sol à retenir plus d'éléments chimiques sur les sites d'échanges.

**Tableau 10 : Niveau de fertilité des sols**

Classe	CEC meq /100g du sol
Faible	<15
Moyen	15-30
Elevé	30-45
Très élevé	>45

(Mhiri ;2002).

#### IX.2. Taux de saturation :

Le pourcentage de saturation du complexe adsorbant est le deuxième critère d'évaluation de la richesse du sol en K. Le tableau 11 représente les classes de richesse en cet élément.

**Tableau 11 : Classes d'état de saturation des sols**

Classe	S/T	Sol
Très pauvre	<70	Forestier
Pauvre	70-95	Forestier
Potentiellement riche	>95	Calcaires argileux

(Mhiri ; 2002).

**IX.3. Potassium échangeable :**

C'est le critère le plus pertinent de la richesse du sol en potassium assimilable. Les recherches récentes ont permis de retenir deux références générales pour les cultures extensives pluviales :

-Dans les sols sableux : une marge critique 80-100 ppm -Dans les sols argileux : une marge critique 200-250 ppm.

**X. Alimentation des plantes en potassium**

Des échanges entre la phase solide et la phase liquide (solution) du sol ont lieu en permanence, permettant le prélèvement de cet élément par les racines. On estime que seulement 10 à 20% de la nutrition des cultures est assurée à partir du K<sup>+</sup> échangeable (en solution et adsorbé) (Kaiser et al, 2016). Le reste des besoins de la plante en potassium est donc assuré par les autres sources disponibles (libération par les matières organiques, par l'écartement des feuillets d'argile, par l'altération des minéraux silicatés potassiques).

**X.1. Pompe sodium-potassium ou Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> ATPase**

C'est une protéine transmembranaire dont l'activité enzymatique utilise l'énergie issue de la dégradation de l'ATP en ADP et phosphate inorganique pour transporter des ions potassium et sodium contre leur gradient de concentration. Elle joue un rôle dans le maintien du potentiel de repos des cellules (Mills et al, 1985). La pompe permet d'échanger les ions sodium (Na<sup>+</sup>) issus du milieu intracellulaire avec les ions potassium K<sup>+</sup> issus du milieu extracellulaire dans un rapport précis (3 Na<sup>+</sup>/2 K<sup>+</sup>). Cette pompe est responsable du rétablissement de l'équilibre initial après un potentiel d'action (Bose et al, 2017).

**X.2. Phénomène d'antagonisme**

Même si le potassium est indispensable au pour la vie du végétal, des surdoses peuvent entrainer des effets néfastes pour la culture, par phénomènes d'antagonisme, selon divers mécanismes (Tomas et Thomas, 2009) :

- antagonisme par concurrence ionique : une augmentation de la concentration de la solution du sol en potassium induit une augmentation d'absorption de potassium par la racine au détriment du magnésium et du calcium. De même, un excès de disponibilité en potassium accentue les phénomènes chlorotiques en sols sensibles en limitant la disponibilité du fer et manganèse.
- appauvrissement du complexe par déplacement d'ions : les ions  $K^+$  en excès prennent la place des ions  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$  sur le complexe argilo-humique. Ces derniers sont alors exposés au lessivage : c'est l'action décalcifiante et anti-magnésienne des engrais potassiques.

### X.3. Phénomène de synergie

Selon Oosterhuis et al, (2014), il existe une interaction entre azote et potassium, dans le sens où la plante mieux nourrie en azote aura plus de besoin en potassium. L'azote a pour effet d'augmenter l'indice foliaire d'une culture. Pour maintenir la turgescence de cette surface foliaire et des tiges et racines, la plante a besoin d'une plus grande quantité de potassium. Il faut de plus noter le phénomène d'absorption sélective des ions par les racines : les végétaux semblent « préférer » les ions  $K^+$  aux ions  $Ca^{++}$ .

# **Chapitre III**

## **Matériels et méthodes**

## I. Matériel végétal

Cette étude vise à étudier les critères de qualité de la datte Deglet-Nour. La palmeraie d'étude se localise au périmètre Zarga de Lioua pour le phoeniculteur Guettaf Tammem Saleh, Elle est en stade juvénile et les palmiers ont une vingtaine d'années.

### I. Dispositif expérimental

Le principe de cette étude consiste à apporter des sulfates de potassium sous forme solide pour différents stades de maturité de la datte Deglet-Nour. La dose appliquée est de 3 kg de  $K_2SO_4$  soit 1.5 unité de  $K^+$  pure, comme il est vulgarisé par ITDAS. Elle est, aussi, fractionnée en deux parties (50% +50%) et appliquée pour chaque deux stades de maturité de la datte: **Loulou, Khlel, Bser et Bleh** ou **Martouba**.

**Le schéma suivant illustre la méthodologie adoptée :**

**Palmier 1 :** Témoin sans d'apport (0% de  $K_2SO_4$ ).

**Palmier 2 :** 100 % de  $K_2SO_4$  apporté au stade (Loulou).

**Palmier 3 :** 50% + 50% de  $K_2SO_4$  apporté aux deux stades (Loulou et Khlel).

**Palmier 4 :** 100 % de  $K_2SO_4$  apporté au stade (Khlel).

**Palmier 5 :** 50% + 50% de  $K_2SO_4$  apporté aux deux stades (Khlel et Bser).

**Palmier 6 :** 50%+ 50% de  $K_2SO_4$  apporté aux deux stades (Khlel et Bleh).

**Palmier 7 :** 50% + 50% de  $K_2SO_4$  apporté aux deux stades (Loulou et Bser).

**Palmier 8 :** 50% + 50% de  $K_2SO_4$  apporté aux deux stades (Loulou et Bleh).

**Palmier 9 :** 100 % de  $K_2SO_4$  apporté au stade (Bser).

**Palmier 10:** 50% + 50% de  $K_2SO_4$  apporté aux deux stades (Bser et Bleh).

**Palmier 11 :** 100 % de  $K_2SO_4$  apporté au stade (Bleh).

## II. Stades de maturité de la datte

De nombreux auteurs ont adapté la terminologie utilisée en Irak. Les différents stades peuvent être définis comme suit (**Djerbi, 1994**) :

- **Loulou (Hababouk)** : Ce stade commence juste après la fécondation et dure environ cinq semaines. À ce stade le fruit est entièrement recouvert par le péricarpe et se caractérise par une croissance lente.



**Figure 7** : Stade Loulou

- **Khlel (Kimir)** : Il se caractérise par la couleur verte, un grossissement rapide du fruit, une augmentation de la concentration de tanins et en amidon, une légère augmentation de sucres totaux de la matière sèche. Ce stade dure neuf à quatorze semaines.



**Figure 8** : Stade Khlel

▪ **Bser** : Au cours de ce stade, la couleur du fruit passe du vert au jaune clair, puis vire au jaune, au rose ou rouge selon les variétés. Cette phase est marquée par une augmentation rapide de la teneur en sucres totaux, de l'acidité active, par contre la teneur en eau diminue. Elle dure trois à cinq semaines.



**Figure 9** : Stade Bser

▪ **Bleh ou Routab** : Ce stade se caractérise par :

- La perte de la turgescence du fruit suite à la diminution de la teneur en eau,
- L'insolubilisation des tanins qui se fixent sous l'épicarpe du fruit,
- L'augmentation de la teneur des monosaccharides.

Ce stade dure de deux à quatre semaines



**Figure 10** : Stade Routab

▪**Tamer** : C'est le stade final de la maturation de la datte. Le fruit perd beaucoup d'eau, ce qui donne un rapport sucre/eau élevé.



**Figure 11** : Stade Tmar

### III. Échantillonnage

L'échantillonnage des dattes Deglet-Nour est effectué, au stade Tamer, au niveau de la palmeraie de Mr **Guettaf Temem Ali** dans le périmètre de Zargua à la commune de Lioua. Dans chaque palmier, les prélèvements de dattes sont exécutés sur trois niveaux de 3 régimes. Des jeunes palmes de la partie centrale de la couronne a fait, aussi, l'objet d'un échantillonnage.

### IV. Analyses de laboratoire.

Les figures ci-dessous représentent les différentes appareillages et outils de laboratoire utilisés pour le dosage et les mesures effectuées



**Figure 12** : Pieds à coulisse



**Figure 13** : Photomètre à flamme



**Figure 14** : Balance de Précision



**Figure 15** : Etuve



**Figure 16** : Fourre à moufle



**Figure 17** : Spectrophotomètre

## V.1. Analyses des dattes

### V.1.1. Analyses physiques des dattes

Cette mesure a pour objet de déterminer :

-le Poids: poids de fruit total et poids de la datte dénoyautée et le poids de noyau sur balance de précision, Couleur ,Longueur et largeur des dattes et du noyau ,Texture de datte



Figure 18 : Pieds à coulisse



Figure 19 : Balance de Précision

### V.1.2. Analyses chimiques des dattes

#### V.1.2.1. Dosage des éléments minéraux (plante)

##### ➤ Dosage du $\text{Ca}^{++}$ et $\text{Mg}^{++}$

##### Réactif :

Solution tampon : 16.9g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dans 142.5ml  $\text{NH}_4\text{OH}$  concentré laissé refroidir complété à 250ml avec l'eau distillé

EDTA :( 0.1N) : 2g EDAT + 0.05g  $\text{MgCl}_2$  complété à 1l

NET : 0.5g NET + 4.5g hydroxylamine hydrochlorure dans 100ml Ethanol 95%

NaOH : 8g/100ml laisser refroidir (doucement)

Calcon carboxylique : 0.2g calcon carboxylique +100g Nacl

Diluer les eaux 10fois : 5ml échantillon +45ml  $\text{H}_2\text{O}$

##### Mode opératoire

##### Témoin :

Prenant Bécher contient :

- 50ml l'eau distillé
- 0.2 g calcon carboxylique +Nacl
- 2-3 ml NaOH
- titration avec la EDAT et changement la couleur rose –bleu

### ➤ Dosage du $\text{Ca}^{++}$

Prenant Bécher contient :

- 5 ml échantillon + 45 ml  $\text{H}_2\text{O}$  (dillution  $\times 10$ )
- 2-3 ml NaOH
- 0.2g calcon carboxylique +Nacl

Cette solution est placée au-dessus l'agitateur

- Titration avec la EDAT et changement la couleur (rose –bleu)



### ➤ Dosage du $\text{Ca}^{++}$ et $\text{Mg}^{++}$

Prenant bécher contient :

- 5ml échantillon + 45 ml  $\text{H}_2\text{O}$  (dillution  $\times 10$ )
- 4ml solution tampon (pH=10)
- 4 goutte NET

Cette solution est placée au dessus l'agitateur

- Titration avec la EDAT et changement la couleur ( rose – bleu)



$$Ca^{2+} = \frac{V1 - V2 * 0.01 * 1000}{A} * D$$

V1 : volume de titration avec l'EDAT

V2 : volume de titration avec l'EDAT (Témoin)

D : facteur de dilution

A : prise d'essai

$$[Mg^{2+} + Ca^{2+}] = \frac{v1 - v2 * 0.01 * 1000}{A} * D$$

$$Mg^{2+} = (Ca^{2+} + Mg^{2+}) - Ca^{2+}$$

### ➤ Macro et micro éléments (plante)

#### **P, k, Na, Ca, Mg**

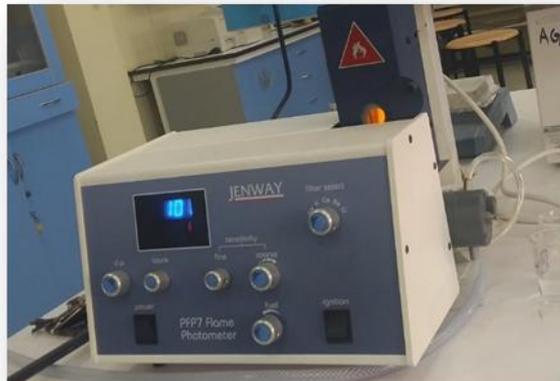
#### **Réactifs :**

**Hcl 2N** : diluer 165.6 ml d'Hcl concentré (d= 1.19,37%) avec l'eau dis dans une fiole jaugée de 1 L.

#### **Mode d'opérateur :**

- Porter 0.5-1 g de matière végétale, séchée préalablement à 105C°.
- Dans un creuset en porcelaine calciner à 550 C° dans un four à moufle pendant 5h jusqu'à l'obtention d'une cendre blanc.
- Sortir l'échantillon et laisser refroidir
- Transférer la cendre dans un bécher de 100ml et ajouter 5ml HCl(2N)couvrir d'un de verre montre

- Digérer ébullition douce sur une plaque chauffante pendant 10min.
- Après refroidissement, 25ml d'eau distillé, puis filtrer dans une fiole de 50ml et avec cet extrait sert au dosage de l'élément suivant :
- **P** : par colorimètre (méthode de vanadate d'ammonium, molybdate d'ammonium).
- **K** et **Na** : photomètre à flamme
- **Zn** et **Cu** : Spectrophotomètre d'absorption atomique.



### ➤ Dosage du phosphore

#### Principe :

Le dosage du phosphore se fait sur l'extrait obtenu par minéralisation selon la procédure générale. Le phosphore est présent dans l'extrait sous forme d'ortho phosphate . Avec les ions vanadate et molybdate, le phosphate forme un complexe phospho-vanado-molybdate de couleur jaune mesurable par spectrophotométrie d'absorption moléculaire à 430nm.

Réactifsetmatérielconsommable:

- 1. **Solution d'ammonium molybdate -4-hydrate à 5% p/v :**

Dissoudre 50g de  $(\text{NH}_4)_6 \text{MO}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  dans  $\pm 500$  ml d'eau chaude ( $50^\circ\text{C}$ )

Laisser refroidir et transvaser quantitativement dans une fiole jaugée de 1L ajusté avec de l'eau.

- 2. **Solution d'ammonium vanadate à 0.25 % p/v**

Dissoudre 2.5g de  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  dans  $\pm 500$ ml d'eau bouillante, laisser refroidir et ajouter 20ml  $\text{HNO}_3$  concentré ( $d= 1.4$ ). Transvaser quantitativement dans une fiole jaugée de 1L et ajuster avec de l'eau.

- 3. **Acide nitrique dilué 1/3 :**

Diluer 167 ml  $\text{HNO}_3$  concentré ( $d=1.4$ ) à 500ml avec de l'eau.

- Réactif nitro-vanado-molybdate :

Faire 300ml composé de :

\*100ml de solution d'ammonium molybdate

\* 100ml de d'ammonium vanadate

\* 100ml d'acide nitrique dilué 1/3

- 4. **Solution mère de 500  $\mu\text{g P/ml}$  :**

A.Dissoudre 2.1965g de potassium dihydrogénophosphate ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), préalablement séché à  $105^\circ\text{C}$  durant une nuit, dans 1L d'eau.

B.Ajouter 2 gouttes de chloroforme avant de compléter le volume au trait de jauge ; le chloroforme sert à conserver la solution.

- Série détalons de 0 :20 :40 et 80  $\mu\text{g P/ml}$  : pipeter dans une série de fioles jaugées de 50 ml respectivement 0 ;2 ; 4 et 8 ml de la solution-mère et compléter avec la solution d'extraction (0.2 n  $\text{HNO}_3$ ).

- Acide nitrique 0.2 n ; diluer 15 ml de  $\text{HNO}_3$  concentré ( $d=1.4$ ) à 1 L avec de l'eau.

### Appareils et verrerie

- Spectrophotomètre ou colorimètre .
- Pipettes

- Tube à essai de capacité 15 ml ou plus

### Mode opératoire

- Porter successivement dans un tube à essai.
  - 2 ml de l'extrait de cendre.
  - 6 ml d'eau.
  - 2 ml réactif nitro-vanado-molybdate.
 Homogénéiser et laisser réagir 1 heure.
- Suivre le même mode opératoire pour les étalons.
- Doser par spectrophotométrie à 430 nm. Reprendre les extraits concentrés (1 ml d'extrait + 7 ml d'eau + 2 ml de réactif. maintenir aliquotes pour les étalons).



### Calculs

(1) Calculer la concentration de l'extrait (=  $C_e$  : en  $\mu\text{g P/ml}$ ) passé le spectrophotomètre à partir de la courbe d'étalonnage absorbance  $f(\text{concentration})$  obtenue par voie graphique ou statistique (régression linéaire ou quadratique).

(2)  $\text{ppm P} = C_e \cdot 1/D \cdot 1/RE$

ou : D : dilution

= 1, pour une prise d'essai de 2ml

= 1/2, prise d'essai = 1ml

RE : rapport d'extraction : en g/ml

= (poids prise d'essai de MS) / (volume extrait)

(3)  $\text{mg P/g MS} : \text{mg P/g MS} = C_e \cdot 1/D \cdot 0.050$

(4) Conversions :  $P \cdot 2.29 = P_2 O_5$        $P = P_2 O_5 \cdot 0.437$

## VI.2. Analyses du sol

-pH

-CE

-Éléments minéraux :

$\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$

### VI.2.1. Dosage du $\text{Cl}^-$

#### Réactifs :

- Nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3^-$ ) 0.01N : dissoudre 1.6987g de nitrate d'argent dans 100ml d'eau distillée. Conserver à l'abri de la lumière
- Chlorure de sodium  $\text{NaCl}$  0.01N : dissoudre 0.585g de chlorure de sodium dans 1000ml d'eau distillée
- Chromate de potassium  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  5% : dissoudre 5g de chromate de potassium dans 80ml d'eau distillée, et ajouter des gouttes de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3^-$  1N =17g/l) jusqu'à l'apparition d'un léger précipité rouge. Ajuster avec l'eau distillée à 100ml .

#### Mode opératoire :

- Transvaser une aliquote de 10ml l'extrait diluée (à 10 ou à 100) dans une fiole de 100ml
- Ajouter 4 gouttes de chromate de potassium.
- Titrer avec la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une coloration barbillon brique.
- Faire un témoin avec le chlorure de sodium pour estimer la normalité de nitrate d'argent exactement. Donc prélever 10ml de chlorure de sodium 0.01N et ajouter 3 gouttes de chromate de potassium et titrer avec le nitrate d'argent.



$$\text{Cl(méq/l)} = \frac{V \cdot N \cdot 1000}{A} * D$$

**V** : volume d'AgNO<sub>3</sub><sup>-</sup> 0.01N utilisé pour la titration de l'échantillon en ml .

**A** : volume de la prise d'essai ml.

**N** : normalité de la solution d'AgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

**D** : dilution (\*10) ou (\*100).

$$N_{\text{AgNO}_3^-} = \frac{10 * N * N_{\text{NaCl}}}{V_{\text{AgNO}_3^-}}$$

**N<sub>AgNO<sub>3</sub><sup>-</sup></sub>** : normalité de la solution d'AgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

**V<sub>AgNO<sub>3</sub><sup>-</sup></sub>** : volume d'AgNO<sub>3</sub><sup>-</sup> utilisé (ml).

**N<sub>NaCl</sub><sup>-</sup>** : normalité de la solution de NaCl .

### VI.2.2. Bicarbonates HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

#### Réactifs

- **Phénolphtaline (1%)**  $\Longrightarrow$  1g dans 100ml d'éthanol.
- **Méthyle orange (0.01%)**  $\Longrightarrow$  0.01g dans 100ml d'eau distillée
- **Acide sulfurique 0.05N**  $\Longrightarrow$  1.39ml dans 1000ml d'eau distillée

**Mode opératoire**

- Prélever 20ml de la solution du sol ou de l'eau et ajouter 3 gouttes de phénolphtaléine : s'il y a une coloration rose, il y a les carbonates.
- Titrer avec l'acide sulfurique jusqu'à la disparition de la couleur rose .
- S'il n'y a pas une coloration de la solution ; il y a les bicarbonates . Ajouter des gouttes (3-4) de l'indicateur coloré méthyle orange et titrer avec sulfurique jusqu'à l'apparition de la coloration orange (changement de la coloration : jaune → orange ) .

**Calcul :**

$$\text{HCO}_3^- (\text{méq/l}) = \frac{x \cdot 0.05 \cdot 1000}{y}$$

X : volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilisé pour la titration .

Y : volume de la solution du sol ; 20ml.

**VI.2.3. Dosage des sulfates ( SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> )****Réactifs :**

- Eau déminéralisée ayant une conductivité < 0.1 mSm<sup>-1</sup>.
- Solution NaCl, HCl :

Dans une fiole jaugée de 2000ml ajouter 40ml d'HCl concentré (36% , d= 1.18) à 480 de chlorure de sodium p .a. Ajuster au volume avec de l'eau déminéralisée . Homogénéiser.

- Gommed'acacia 0.25% :

Dans une fiole jaugée de 100ml dissoudre dans de l'eau déminéralisée 0.25g de gomme d'acacia. Ajuster au volume. Homogénéiser.

- **Chlorure de baryum ( $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) en poudre**
- **Solution mère de sulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 200méq.l<sup>-1</sup> :**

Dans une fiole jaugée de 500ml contenant environ 400ml d'eau déminéralisée dissoudre 7.1025g de sulfate de sodium anhydre, ajuster au volume . Homogénéiser .

- **Solution fille de sulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) :**

Dans une fiole jaugée de 1000ml diluer respectivement 5, 10, 15, 20 et 25 ml de la solution mère avec de l'eau déminéralisée. Ces solution contiennent respectivement 1, 2, 3, 4 et 5 meq/l. Ajuster au volume avec de l'eau déminéralisée. Homogénéiser.

#### **Mode opératoire :**

- Transférer 25ml de l'extrait dilué (à 10 ou à 100) dans une fiole jaugé de 100ml et ajouter 10ml de la solution ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{HCl}$ ), 2ml de gomme d'acacia et 1g de poudre de chlorure de baryum.
- Agiter à la main et ajuster au volume avec de l'eau déminéralisée . Homogénéiser
- Préparer un témoin et les solution filles selon le même protocole.
- En prenant le témoin comme référence , ajuster à 0.00 l'absorbance du spectrophotomètre , régler à 600nm .
- Mesurer l'absorbance au spectrophotomètre à 600nm pour les solution filles et les échantillons .



**Calcul :**

Après lecture au spectrophotomètre, préparer un graphique sur papier millimètre dont l'axe des X étant l'absorbance et l'axe des Y la concentration en sulfates (meq/l) des solutions filles.

Tracer la droite d'étalonnage et déterminer à l'aide de cette droite les concentrations en sulfates (meq/l) des échantillons de la façon suivante :

$$\text{SO}_4(\text{meq/l}) = \text{C} * \text{D} \text{ ou mmol/l}$$

**C** : concentration calculée à partir de la droite d'étalonnage.

**D** : niveau de dilution (10 ou 100).

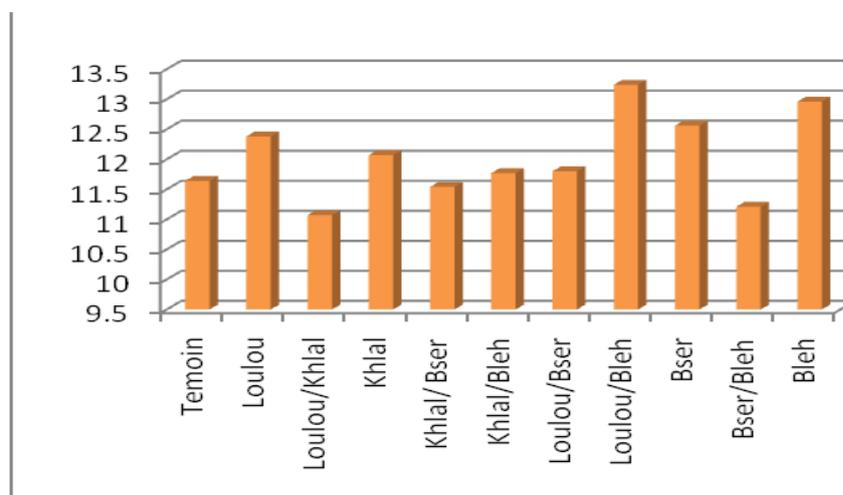
# **Chapitre IV**

## **Résultats et Discussion**

## I. Effet de la fertilisation potassique sur les critères physiques des dattes

### I.1. Poids des fruits

L'examen de la figure 20 montre que les dattes produites après l'application de la fertilisation potassique présentent les poids les plus importants comparativement aux dattes témoin. On note que l'apport du K<sup>+</sup> au stade (Loulou-Bleh) présenté des dattes dont les poids sont les plus importants avec 13.24 g.



**Figure 20 :** Poids des dattes (g)

### I.2. Poids des noyaux

L'examen de la figure 21 révèle que la fertilisation potassique produit des noyaux des dattes des faibles poids comparativement noyaux des dattes témoins. Ce résultats confirme l'effet du la nutrition potassique sur l'augmentation des poids des fruits, Également, on note que la fertilisation produit les poids les plus faibles, inférieurs à 1g, notamment, au stade de maturité (Khlel – Bleh ).

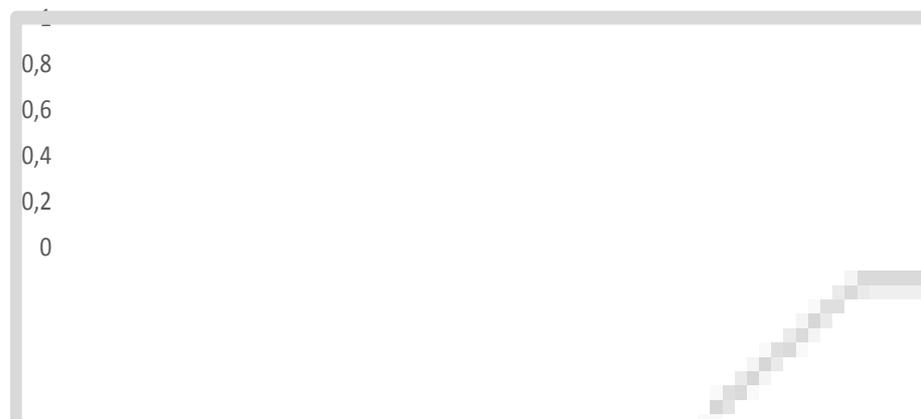


Figure 21 : Poids des noyaux (g)

### I.3. Indices des poids

Les données de la figure 22 mettent en évidence que les valeurs des indices des poids (rapport des poids des fruits et noyaux) diminuent avec la fertilisation potassique comparativement aux dattes témoin. Les indices des poids les plus importants sont signalés pour les dattes subissant une fertilisation potassique aux stades de maturité (Loulou – Bser ) (Bser ) et (Bleh).

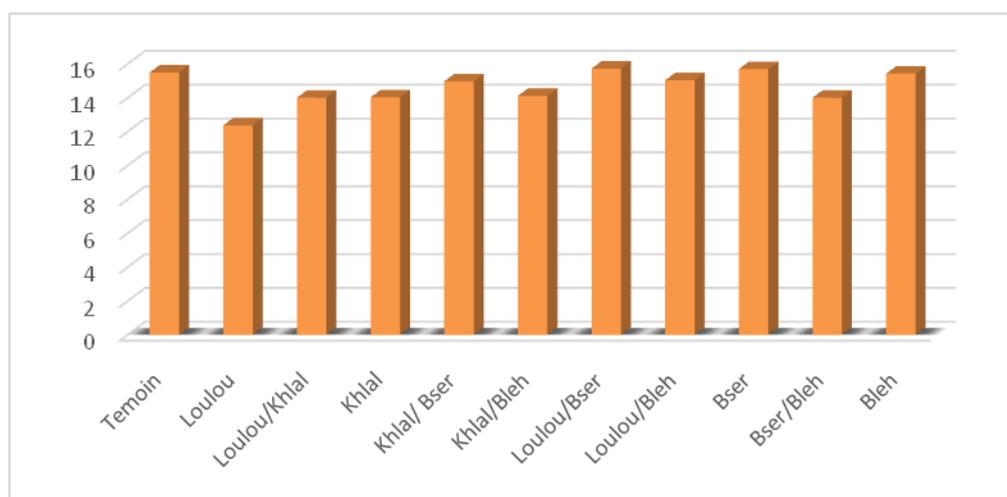
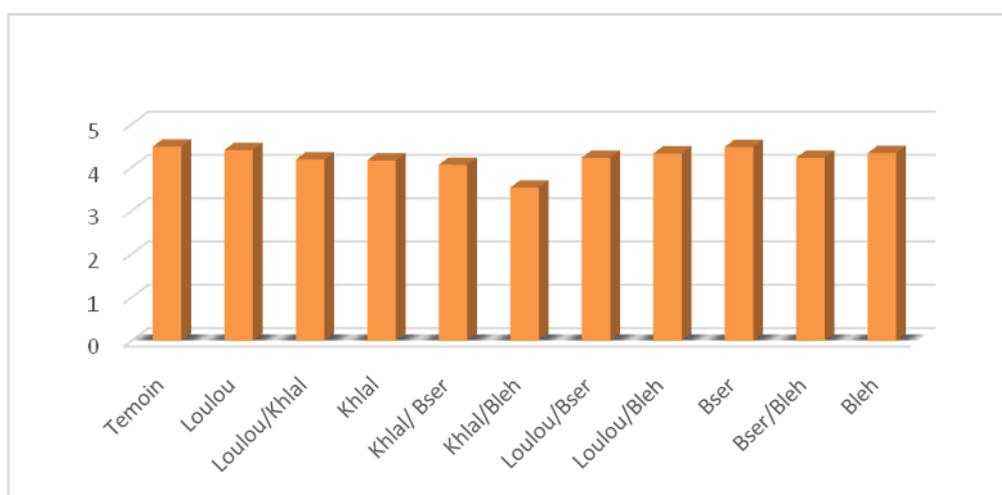


Figure 22 : Indice des poids

#### I.4. Longueurs des dattes

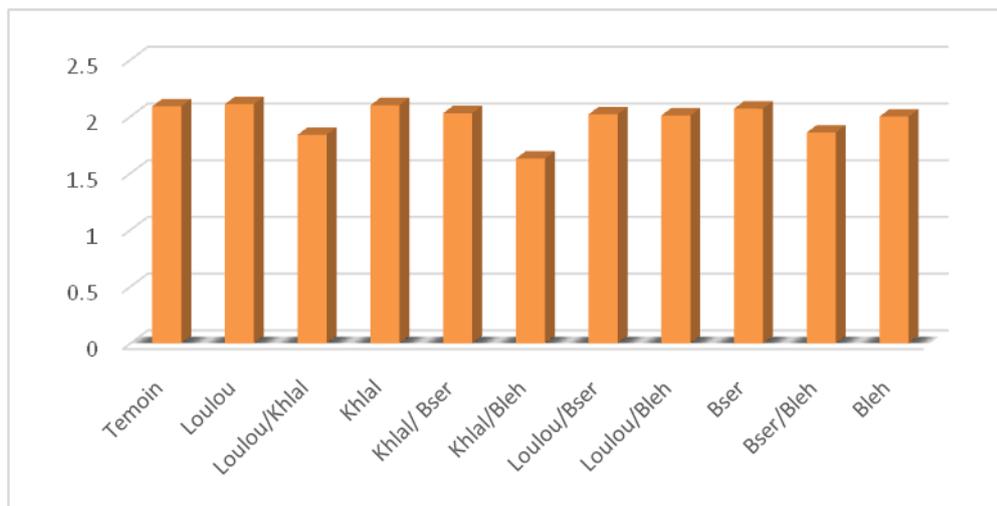
Les données de la figure 23 relatives aux longueurs des dattes, révèlent que les fruits produits après la fertilisation potassique présentent des longueurs variant entre 3.54 et 4,49 cm, cependant les dattes témoin ont des longueurs de 4.49 cm. Aussi, on note que les palmiers fertilisés aux stades (Bser), (Loulou) et (Bleh ) donnent les meilleurs résultats respectivement avec 4.48 , 4.41et 4.34 cm de longueur.



**Figure 23** : Longueurs des dattes (cm.)

#### I.5. Diamètres des dattes

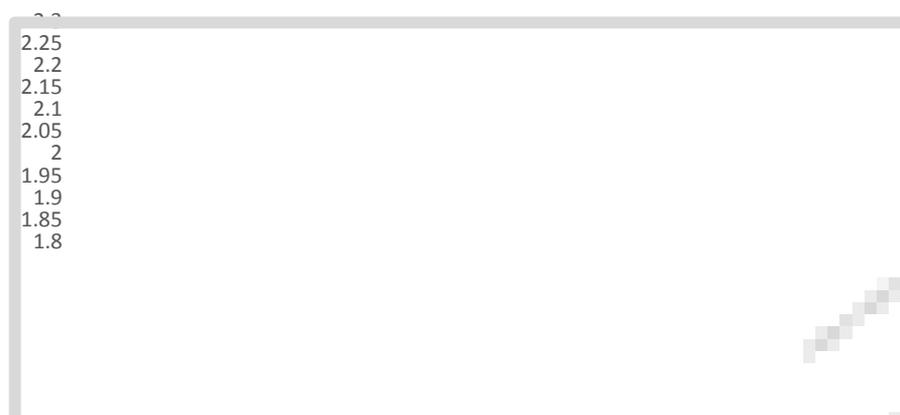
Les données de la figure 24 montrent que les dattes obtenues après l'application de la fertilisation potassique présentent des diamètres qui oscillent entre 1.63 et 2.11 cm en revanche ceux des dattes témoins sont à l'ordre de 2.09 cm. les valeurs les plus importantes sont relatives aux dattes produites après l'application de la fertilisation potassique aux stades de maturité (Loulou), ( Khlal ) et ( Bser ) .



**Figure 24** : Diamètres des dattes (cm.)

### I.6. Indices de forme

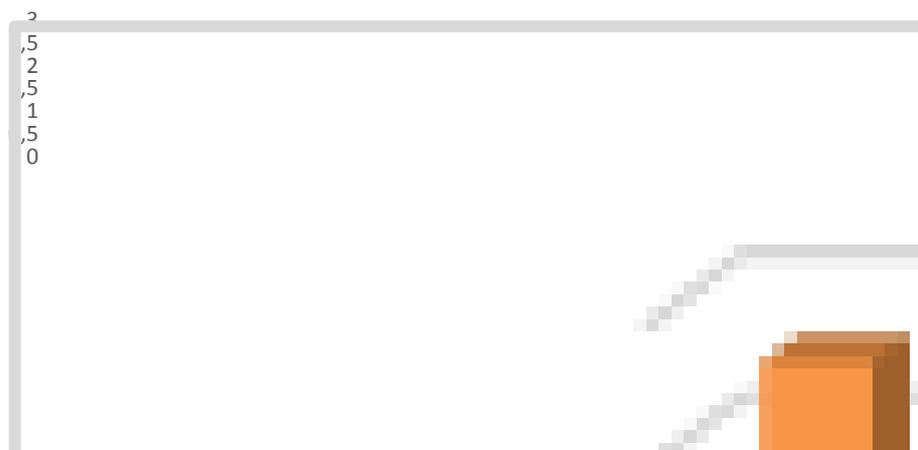
Les indices de forme (rapport de la longueur et le diamètre de la datte) indiqués par la figure 25 révèlent que les valeurs les plus importantes sont obtenues aux stades de maturité (Loulou – Khlal ), ( Bser – Bleh ), ( Khlal- Bleh )et (Bleh) avec des valeurs respectivement de 2.28 , 2.27 et 2.17. Ceci atteste l’effet significatif de la fertilisation sur cet indice par rapport aux indices des dattes témoins.



**Figure 25** : Indices de forme

### I.7. Longueurs des noyaux

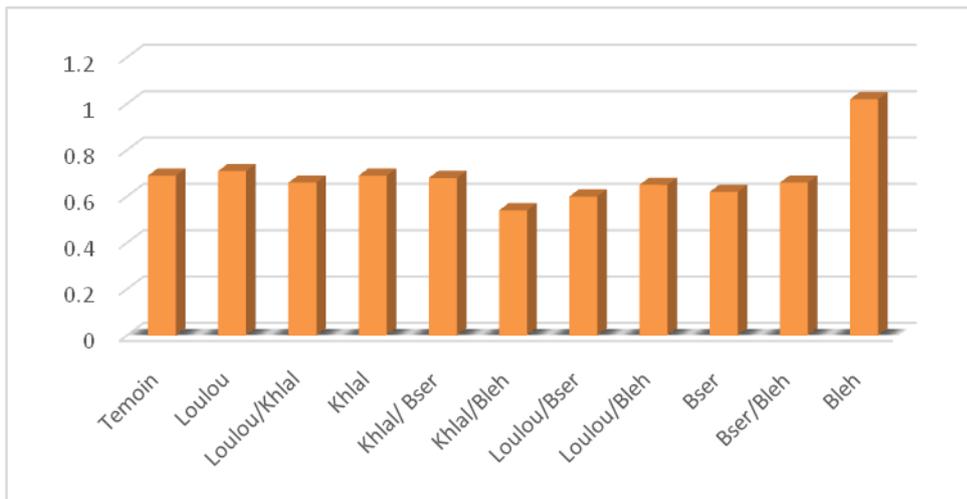
L'examen des histogrammes de la figure 26 représentant la longueur des noyaux des dattes analysées, exprime que les valeurs les plus importantes de cette grandeur sont obtenues après l'ajout de l'engrais potassique, notamment, aux stades de maturité (Loulou) , ( Loulou -Bser ) et ( Loulou - Bleh ) avec des valeurs respectivement de 2.62 , 2.47 et 2.43 cm .Tan disque les noyaux des dattes témoins présentent les résultats les plus fortes avec 2.79 cm.



**Figure 26** : Longueurs des noyaux (cm.)

### I.8. Diamètres des noyaux

Les données de la figure 27 montrent que les noyaux obtenues après l'application de la fertilisation potassique présentent des diamètres entre 0.54 et 1.02 cm en revanche ceux des dattes témoins sont à l'ordre de 0.69 cm. les valeurs les plus importantes sont relatives aux dattes produites après l'application de la fertilisation potassique aux stades de maturité (Bleh ) ( Loulou ) et ( Khlal ) avec des valeurs respectivement de 1.02 , 0.71 et 0.69 cm.



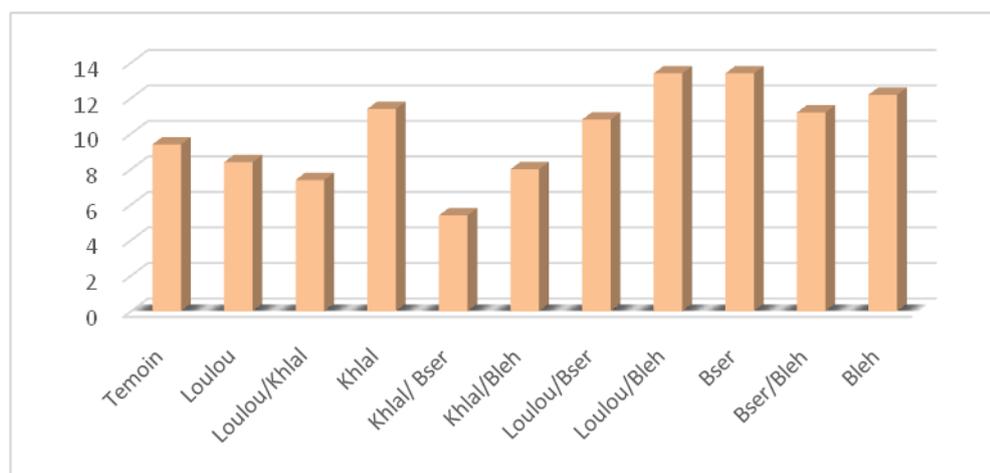
**Figure 27** : Diamètres des noyaux (cm.)

## II. Critères de qualité des dattes

### II.1. Composition minérale des dattes

#### II.1.1 Teneurs des dattes en calcium

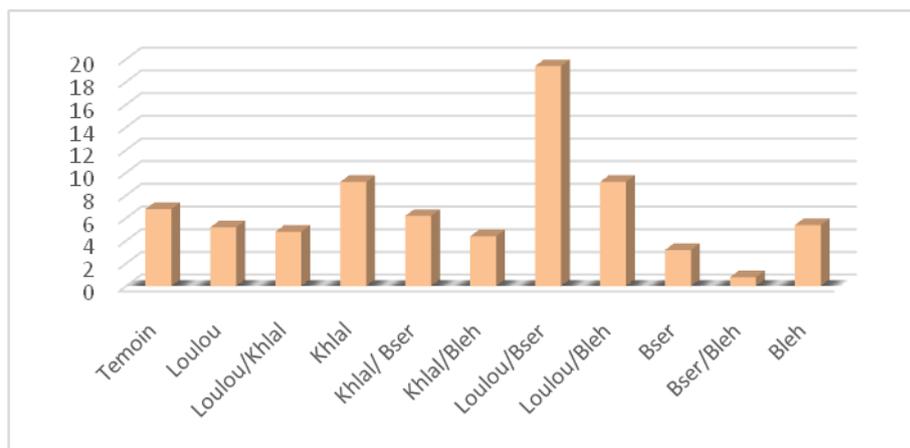
L'examen de la figure 28 montre que les dattes analysées se caractérisent par l'augmentation de la teneur en  $\text{Ca}^{++}$  après la fertilisation potassique, notamment pour les dattes produites après fractionnement de la potasse. Ceci atteste qu'une bonne alimentation au  $\text{Ca}^{++}$  est effectuée après la fertilisation potassique aux stades de maturité (Loulou-Bleh) (Loulou-Bser), (loulou-Bleh) et (Bser-Balah).



**Figure 28** : Teneur des dattes en calcium (mg/100 g MS)

#### II.1.2. Teneurs des dattes en magnésium

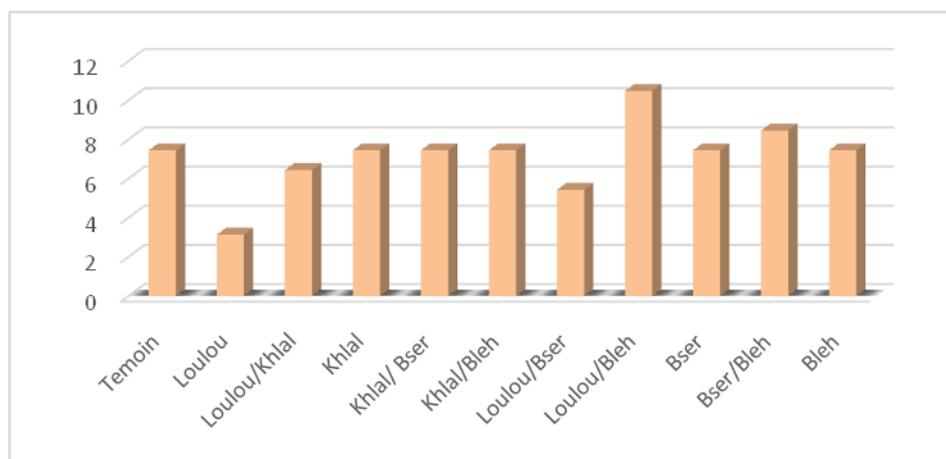
L'examen de la figure 29 montre que la composition minérales des dattes en  $\text{Mg}^{++}$  est influencée par la fertilisation potassique, Ainsi ; on note que les dattes produites après la fertilisation au stade (Loulou- Bser) présentent les taux les plus élevés .Dans ce stade, les taux des dattes en  $\text{Mg}^{++}$  sont relativement plus importantes que ceux des dattes témoins.



**Figure 29** :Teneurs des dattes en magnésium (mg/100g MS)

### II.1.3. Teneurs des dattes en sodium

L'examen de la figure 30 révèle que la composition minérale des dattes en sodium des palmiers après une fertilisation potassique .En effet, on note un chute remarquable du taux de  $\text{Na}^+$  aux différents stades de maturité concernées par l'apport potassique notamment Loulou et (Loulou-Bser) par rapport aux dattes témoins.

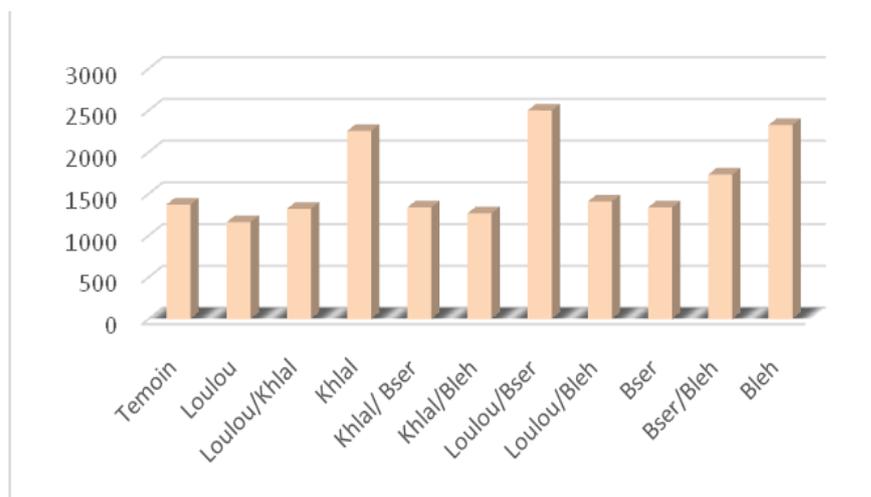


**Figure 30** : Teneurs des dattes en sodium ( mg/100g MS)

### II.1.4. Teneurs des dattes en potassium

Les données relatives aux teneurs du potassium des dattes étudiées révèlent que la fertilisation potassique augmente les taux de cet élément dans les fruits analysés.

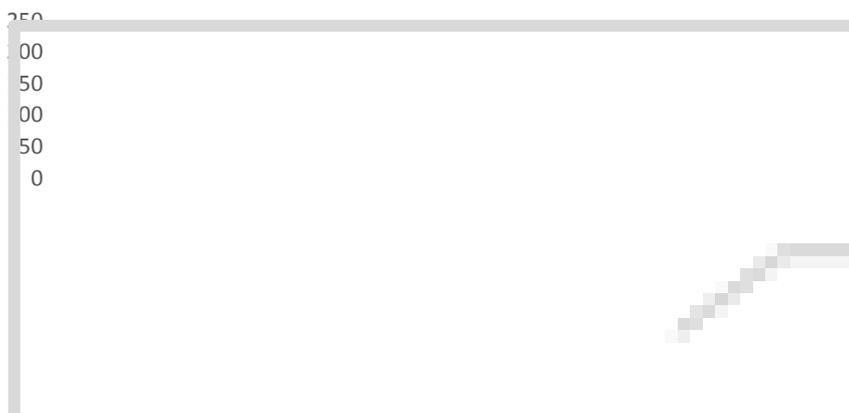
On note que l'apport potassique aux différents stades de maturité produit des dattes riches en potassium, notamment, aux stades (Loulou- Bser) et Khlal et Bleh . Les teneurs en  $K^+$  sont comprises entre (1162.7 et 2501.3) mg pour les différents Dattes examinées.



**Figure 31:** Teneurs des dattes en potassium (mg/100g MS)

### II.1.5. Teneurs des dattes en phosphore

Les données représentées par les histogrammes de la figure 32 exposent que la fertilisation potassique influe significativement l'absorption du phosphore par le palmier dattier .Ainsi, on note les dattes récoltées après l'application du potassium aux stades de maturité (Loulou-Bser) , (Loulou- Bleh) ,Bleh ,khlal et (Bser- Bleh) présentent des teneurs les plus importantes que celles des dattes témoins .

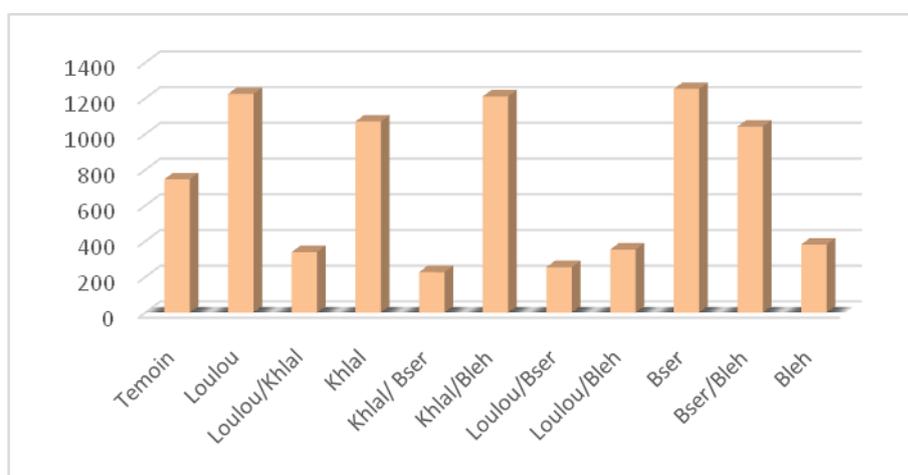


**Figure 32 :** Teneurs des dattes en phosphore (mg/100gMS)

## II.2. Composition minérale des noyaux

### II.2.1. Teneurs des noyaux en potassium

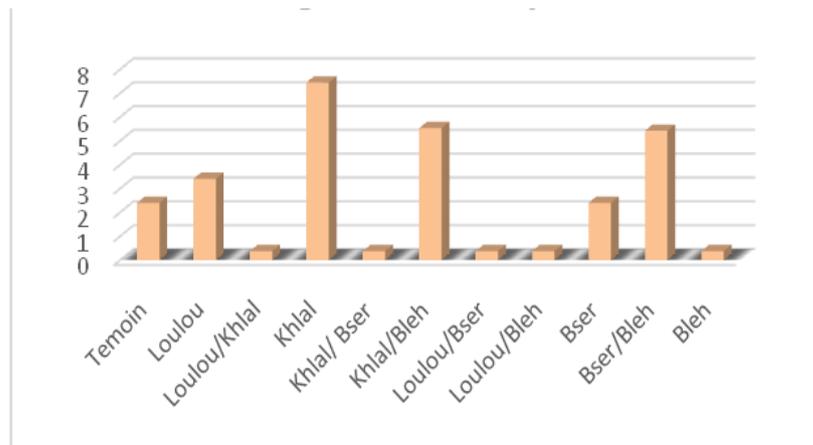
L'examen de la composition des noyaux en potassium figure 33 montre que la fertilisation potassique contribue à l'augmentation de la teneur du K<sup>+</sup> des noyaux. On note que les noyaux Loulou , Khlal ,(Khlal-Bleh ) ,Bser et ( Bser-Bleh) présentent les taux les plus importants. La fertilisation au stade de maturité Bser produit des noyaux plus riches en potassium.



**Figure 33** : Teneurs des noyaux en potassium (mg/100gMS)

### II.2.2. Teneurs des noyaux en sodium

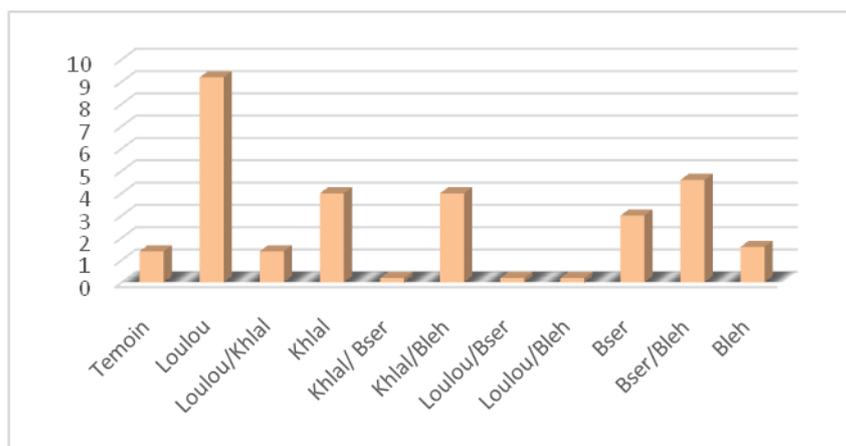
L'analyse de la figure 34 montre que les teneurs des noyaux en sodium ne sont pas influencées par l'addition du potassium. On note que la fertilisation potassique appliquée aux stades de maturité Khlal, (Khlel- Bleh) et (Bser –Bleh) produit des dattes dont les teneurs en sodium sont supérieures à 5mg..



**Figure 34** : Teneurs des noyaux en sodium ( mg/100g MS)

### II.2.3. Teneur des noyaux en Calcium

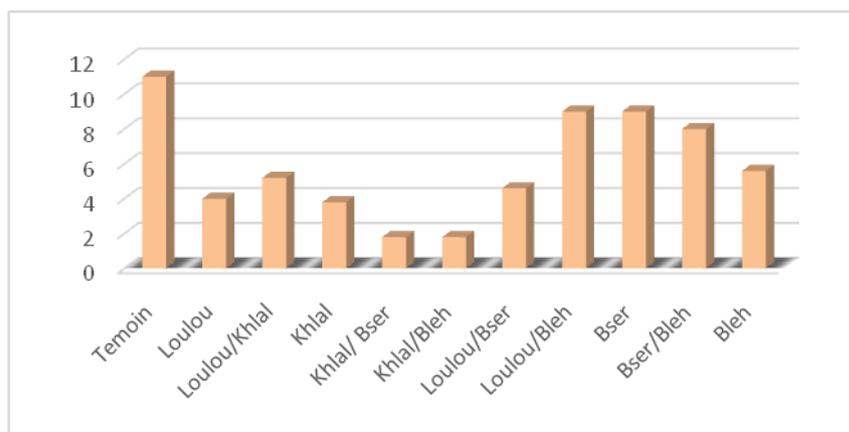
Selon la Figure 35 ; On note que la fertilisation potassique aux stades de maturité Loulou, Khlel , (Khlal- Bleh) , Bser et (Bser- Bleh) influe l’absorption minérale en faveur de l’augmentation des teneurs des noyaux en calcium. Elles sont respectivement de 9.2 ,4 , 4 ,3 et 4.6mg. Par ailleurs les noyaux reçues un apport potassique aux stades de maturité (Loulou- Khlal) , (Khla-Bser), (Loulou- Bleh), (Loulou- Bser) et Bleh et les noyaux témoins présentent des valeurs plus faibles qui tourne au autour de 1.6mg.



**Figure 35** : Teneurs des noyaux en calcium ( mg/100gMs)

### II.2.4. Teneur des noyaux en magnésium

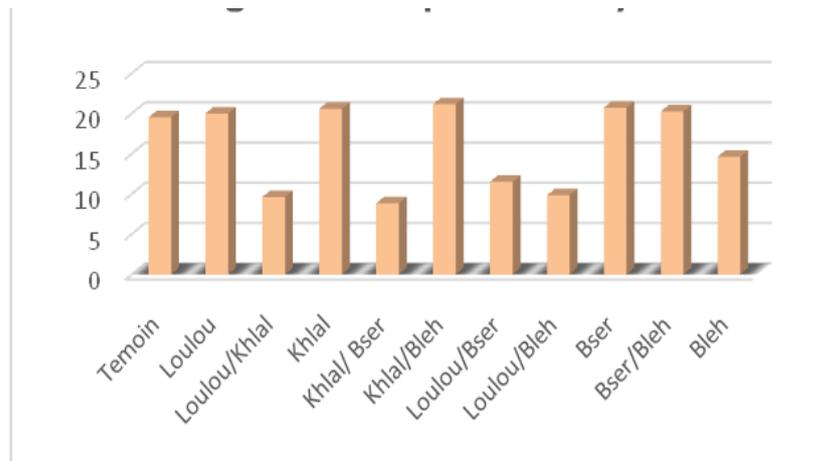
L'examen de la figure 36 révèle que la diminution de l'absorption magnésienne est provoquée après l'application du potassium aux différents stades de maturité de la datte. Les noyaux témoins présentent des teneurs en magnésium de 11 mg. Les résultats obtenus affirment l'effet antagoniste entre l'apport  $K^+$  et l'assimilation du  $Mg^{++}$  par le palmier dattier.



**Figure 36** : Teneurs des dattes en magnésium (mg/100g MS)

### II.2.5. Teneur des noyaux en phosphore

D'après la figure 37, on admet que l'ajout du potassium aux différents stades de maturité de la datte favorise l'absorption du phosphore par le palmier. On note qu'une bonne assimilation phosphatée est plus prononcée, particulièrement, après l'application du  $K^+$  aux stades de maturité (khlal-Bleh), Loulou, Khlal et Bser.



**Figure 37** : Teneurs des noyaux en phosphore (mg/100gMS)

### III. Etude des propriétés des sols

#### III.1. Sol du palmier 1 (palmier témoin)

Il ressort du tableau 12 que le sol est peu salé, la CE varie de 1.9 à 3 ds /m. le pH est basique accompagné par une concentration de la solution du sol en  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  et des teneurs élevées en  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{H}_2\text{PO}_4^{--}$ . Une légère salinisation de l'horizon souterrain est notée avec une croissance des teneurs en  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{++}$ , et  $\text{Mg}^{++}$ .

**Tableau 12** : Composition chimique du sol (palmier 1)

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m-1)	Composition de la solution du sol (mMol.L-1)							
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>—</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>--</sup>
0-50	7.6	1.9	27.8	5.4	54.9	9.28	5.01	5	1	3.06
50-100	7.1	3	25	12	201.7	21.59	4.90	7	0.75	0.93

#### III.2. Sol du palmier 2

Le tableau 13 révèle que le sol est moyennement salé et un pH basique. Une faible salinisation de l'horizon souterrain est enregistrée suivi par une croissance par lixiviation descendue des éléments  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{Mg}^{++}$ . Les taux du  $\text{PO}_4^{--}$  sont faibles.

**Tableau 13** : Composition chimique du sol (palmier 2)

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m-1)	Composition de la solution du sol (mMol.L-1)							
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>—</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>--</sup>
0-50	6.8	2.6	26	8.2	55.9	25.05	6.18	5	1	1.45
50-100	6.8	2	21.6	13.6	160.7	46.7	3.45	6	1.25	1.16

### III.3. Sol du palmier 3

La composition chimique du tableau 14 montre que le sol se caractérise par un pH basique et une CE varie de 2.5 à 2.6 ds/m. La solution du sol est enrichit par le K<sup>+</sup> et le Na<sup>+</sup> notamment dans la couche souterraine .le sol présente un enrichissement remarquée en phosphore.

**Tableau 14** : Composition chimique du sol (palmier 3)

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m-1)	Composition de la solution du sol (mMol.L-1)							
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>—</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>--</sup>
0-50	9.2	2.5	25.2	5.6	48.81	16.9	4.26	7	0.5	5.41
50-100	7	2.6	26.6	7	62.11	15.05	4.98	6	1	0.92

### III.4. Sol du palmier 4

Selon les données exposées par le tableau ci-dessous, le sol présente les mêmes données du sol traité par le potassium dans les stades (Loulou – Khlal).

**Tableau 15** : Composition chimique du sol (palmier 4)

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m-1)	Composition de la solution du sol (mMol.L-1)							
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>—</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>--</sup>
0-50	6.9	2.8	18	15.6	61.09	14.28	5.4	5	0.5	2.99
50-100	6.8	2.6	22.4	10.8	58.02	11.2	5.5	5	0.5	1.05

### III.5. Sol du palmier 5

Le sol a un pH basique accompagné par une salinisation souterrain de la couche rizhosphérique souterraine. La CE varié de 2.6 et 2.7 ds/m, cette salinisation est expliquée par un dynamique par lixiviation des sels solubles .le sol présente des teneurs élevés eu  $PO_4^-$  .

**Tableau 16** : Composition chimique du sol (palmier 5)

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m-1)	Composition de la solution du sol (mMol.L-1)							
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>—</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>--</sup>
0-50	6.8	2.7	22.2	11.8	49.83	12.36	4.74	6	0.75	6.21
50-100	6.5	2.6	20.2	12.6	56.9	20.8	3.46	7	0.75	1.78

### III.6. Sol du palmier 6

L'examen du tableau 17 illustre que le sol augmente de salure, la CE oscille entre 3 et 3.1 ds/m .Cette croissance de la salinité est accompagnée par l'augmentation du la teneur en sodium. Les teneurs en  $PO_4^-$  restent faibles dans la solution du sol.

**Tableau 17** : Composition chimique du sol (palmier 6)

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m-1)	Composition de la solution du sol (mMol.L-1)							
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>—</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>--</sup>
0-50	6.9	3.1	28.8	8.4	53.9	11.97	5.5	5	1.25	2.07
50-100	7	3	26.4	8	47.7	14.28	5.4	7	1	0.8

### III.7. Sol du palmier 7

La composition chimique du tableau 18 montre que le sol se caractérise par un pH basique et une CE varie de 2.4 et 2.7 ds/m. La solution du sol est enrichit par le K<sup>+</sup> et le Na<sup>+</sup>. Le sol présente un enrichissement remarquée en phosphore.

**Tableau 18** : Composition chimique du sol (palmier 7)

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m-1)	Composition de la solution du sol (mMol.L-1)							
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>—</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>--</sup>
0-50	7.1	2.7	27.8	5.4	48.81	7.74	4.83	4	1	2.88
50-100	6.8	2.4	28.8	4.8	39.6	5.43	4.24	3	0.75	1.06

### III.8. Sol du palmier 8

La composition chimique du tableau 19 montre que le sol se caractérise par un pH basique et une CE varie de 2.5 à 2.6 ds/m. La solution du sol est enrichit par le K<sup>+</sup> et le Na<sup>+</sup> notamment dans la couche souterraine .le sol présente un enrichissement remarquée en phosphore.

**Tableau 19** : Composition chimique du sol (palmier 8)

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m-1)	Composition de la solution du sol (mMol.L-1)							
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>—</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>--</sup>
0-50	6.9	2.5	26.6	6.6	55.97	19.2	4.06	5	0.75	3.4
50-100	6.9	2.6	24.6	5.8	58.02	13.1	5.47	5	0.75	1.2

### III.9. Sol du palmier 9

Grâce aux résultats indiqués dans le tableau 20, ce sol a un pH basique et une CE varier de 2.6 et 2.7 ds/m , aussi, ce sol a des teneurs élevées de Na<sup>+</sup> et Ca<sup>++</sup> .Le sol présente un enrichissement remarquée en phosphore.

**Tableau 20** : Composition chimique du sol (palmier 9)

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m-1)	Composition de la solution du sol (mMol.L-1)							
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>—</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>--</sup>
0-50	7	2.6	28.4	5.2	49.8	8.9	5.49	4	1	2.6
50-100	6.9	2.7	25.8	5.4	62.1	12.3	5.75	5	0.75	0.8

### III.10. Sol du palmier 10

L'examen du tableau 21 montre que le sol est basique et le CE varier de 2.5 et 2.7 ds/m, la salinité du sol augmente avec l'augmentation du la teneur en sodium. le sol présente des teneurs élevés eu PO<sub>4</sub><sup>-</sup> .

**Tableau 21** : Composition chimique du sol (palmier 10)

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m-1)	Composition de la solution du sol (mMol.L-1)							
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>—</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>--</sup>
0-50	6.8	2.7	26.6	6	64.16	17.3	5.2	5	1	10.2
50-100	6.5	2.5	25.4	6.8	43.7	7.7	5.2	5	1	1.12

### III.11. Sol du palmier 11

L'examen du tableau 22 illustre que le sol augmente de salure, la CE oscille entre 2.5 et 2.7 ds/m et le pH est basique. La solution du sol est enrichit par le Na<sup>+</sup> et le Ca<sup>++</sup>. le sol présente un enrichissement remarquée en phosphore.

**Tableau 22** : Composition chimique du sol (palmier 11)

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m-1)	Composition de la solution du sol (mMol.L-1)							
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>—</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>--</sup>
<b>0-50</b>	6.9	2.7	25.6	8.6	54.9	12.3	5.03	6	1	1.07
<b>50-100</b>	6.6	2.5	24.8	8.2	46.7	9.2	5.5	6	0.75	5.05

# Conclusion générale

Cette recherche est portée sur étude de l'effet de la fertilisation potassique sur la qualité de la datte Deglet-Nour plantée dans les oasis des Ziban. Pour l'évaluation de la composition minérale de cette datte produite sur un sol gypseux, des apports potassiques totaux fractionnés sont appliquées à différents stades de maturité de la datte (Loulou, Khelel, Bser et Bleh).

Les principaux résultats de l'application de la dose potassique sur les critères physiques des dattes montrent une augmentation des poids, de la longueur et le diamètre pour les dattes récoltées après l'application du potassium au stade de maturité Loulou. Les indices de poids les plus importants sont obtenus pour les dattes récoltées après l'application du potassium au stade (Loulou-Bser). Aussi, il résulte que les valeurs les plus importantes des indices de forme sont obtenues aux stades de maturité (Bser- Bleh)

Cette amélioration des caractéristiques physiques pourrait s'expliquer à l'effet physiologique du potassium sur l'augmentation du potentiel osmotique des cellules du fruit, ce qui pourrait favoriser la circulation de l'eau dans le fruit et par conséquent son volume et son poids comme il est rapporté par la bibliographie.

Aussi, les résultats de cette étude montrent que la fertilisation potassique augmente les teneurs des dattes en calcium et en potassium, notamment après l'ajout du potassium aux stades de maturité (Loulou-Bleh), (Loulou-Bser) et Bleh. Des résultats comparables sont, aussi, signalés pour les teneurs phosphore de dattes.

Les résultats montrent, également, que l'addition du potasse aux différents stades de maturité de la datte est en faveur de la diminution des teneurs eu sodium et magnésium des dattes.

Dans ce contexte, on note que la fertilisation potassique affecte la composition minérale des noyaux analysées .Ainsi, une diminution de la teneur du sodium accompagnée par une croissance notable du calcium et potassium est signalée, particulièrement, après l'ajout du potassium dans les stades de maturité de la datte Loulou et (khlal- Bleh), tandis que l'absorption magnésienne est plus remarquée dans les stades de maturité de la datte (Loulou-Bleh) et Bser.

## *CONCLUSION GÉNÉRALE*

Cette étude montre également que le sol étudié est moyennement salé où la salinisation est exprimée par une lixiviation des sels au cours de l'irrigation agricole. Elle est aussi, caractérisée par une faible minéralisation, un faciès chloruré sodique et un risque d'alcalisation faible à moyen.

En fin, il ressort de cette étude que la fertilisation potassique engendre une augmentation du réservoir du sol en potassium. Ainsi, bonne une gestion durable et la production de datte Deglet-Nour de qualité, il est utile d'appliquer un de cet élément fertilisant aux cours des stades de maturité de la datte (Loulou- Bleh) et (Loulou-Bser).

# **Références Bibliographiques**

1. Acourene.s (2007) : Inventaire des différents cultivars de palmier dattier des régions de Oued-Righ et de Oued-Souf (Algérie). In sécheresse vol 18 n°2, 2007. Pp:135-142
2. Allison, M.F., Fowler, J.H. et Allen, E.J.2001. Factors affecting the magnesium nutrition of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). J. Agric. Sci. 137: 397–409.
3. Al-shahib w. Marshall r. J; 2003. The fruit of the date palm: it's possible use as the best food for the future. Int. J. Food sci. Nutr., 54: 247-259.
4. Assaha dvm, ueda a, saneoka h, al-yahyai r, yaish mw.2017 the role of na<sup>+</sup> and k<sup>+</sup> transporters in salt stress adaptation in glycophytes. Front physiol. 18;8: 509.
5. Bansal, S. K. et S. P. Trehan. 2011. Effect of potassium on yield and processing quality attributes of potato. Karnataka Journal Agriculture Science 24: 48-54.
6. Barbier, G. 1962. La dynamique du potassium dans le sol in Potassium Symposium. Institut International de la Potasse, Berne (Suisse), Pages 231-258
7. Beckett P. H. T., 1970. Fixed potassium and the residual effects of potassium fertilisers. Revue de la Potasse (Berne), sujet 16, 52, Septembre- Octobre.
8. Belguedj .m ; ( 2002). Caractéristique des cultivars de dattiers dans les palmerais sudest algériens . (ed) dossier - document – débat ,289p.
9. Belguedj m ., 2002.-les ressources génétique du palmier dattier : caractéristiques des cultivars de dattes du sud-est algérien, inraa, biskra,147p.
10. Benchaabane A ,2007. Composition biochimique de la datte (Deglet-nour) : évolution en fonction de la maturation et formation de la couleur et des arômes. Thèse de doctorat, INA El-Harrach, Alger.
11. Ben Thabet I,Besbes S, Attia H, Deroanne C,Francis F,Drira E, Blecker C,2009 .Physicochemical characteristics of date sap “lagmi” from deglet nour palm (*Phoenix dactylifera* L.) International Journal of Food Properties12: 659–670.
12. Ben yahi, A. (2018). Contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation potassique fractionnée sur la qualité de la datte Deglet-Nour (Cas des oasis des Ziban). Université Mohamed Khider de Biskra.
13. Bose j, munns r, shabala s, gilliam m, pogson b, tyerman sd, 2017. Chloroplast function and ion regulation in plants growing on saline soils: lessons from halophytes. J exp bot. 1;68(12):3129-3143.
14. Boubekri A.G., 2010 : Optimisation des traitements thermiques de la datte algérienne DegletNour. Thèse Doctorat d'Etat en Génie Mécanique, option : Energétique. Université HADJLAKHDAR, Batna. 101p

## REFERANCES BIBLIOGRAPHIQUE

15. Bousdira k., 2007.- contribution à la connaissance de biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et valorisation de la biomasse morphologiques et biochimiques des dattes des cultivars les plus connus de la région de m'zab classification et évaluation de la qualité, thèse de magistère, univ boumerdése 149p.
16. Boyer J., 1972. Soil Potassium ; 11 Soils of the humid tropics; National Academy of Braud et Dubernard, by added ammonium and potassium. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 25, pp 102-104
17. Buelguedj. M ; (2001). Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du sud-est algérien. Revue annuelle. Inraa. El-harrach alger, n° 11, pp 289.
18. Chamam. Y ; (2019). Effet de la fertilisation potassique sur la composition minérale et biochimique de la datte Deglet Nour sur un sol gypseux (cas de oasis Biskra). Université Mohamed Khider de Biskra.
19. CRAAQ. 2010. Guide de référence en fertilisation du Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec, 2e édition : 473 pages.
20. Djerbi. M ; (1994). Précis de phoéniculture. Fao, 192 p.
21. Espiard. E ; (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. tech et doc- lavoisier, 360 p. et de ses conséquences sur l'évolution de leurs caractéristiques physiques et chimiques ; institut français
22. Estanova P., 1990 : Note technique : valorisation de la datte. IRFA, CIRAD(France)301318p
23. Fageria, N. K. 2009. Potassium: The Use of Nutrients in Crop Plants. Taylor & Francis, NY. p. 131-163.
24. Favier. J.c. Ireland. R.j. Toque. C. Feinberg. M ; (1995). Répertoire général des aliments. Table de composition. Ed. Tec et doc-lavoisier, inra edition, cneva et ciquai ,897p.
25. Fontes, P.C.R., Reis, Jr.R.A. et Pereira, P.R.G. 1996. Critical potassium concentration and potassium / Calcium plus Magnesium ratio in potato petioles associated with maximum tuber yields. Journal of Plant Nutrition 19: (3-4): 57-667.
26. Gierth m and mäser p, 2007. Potassium transporters in plants--involvement in k+ acquisition, redistribution and homeostasis. Febs lett. 25;581(12):2348-56.
27. Gobat, J. M., Aragno, M. et Matthey, W. 2010. Le sol vivant : bases de pédologie, biologie des sols. PPUR Presses polytechniques. 817 pages.
28. Hossner, L.R. et Doll, E.C. 1970. Magnesium fertilization of potatoes as related to liming and potassium. Proceedings Soil Science Society of America 34: 772-774.
29. Jalali, M. et Rowell, D.L. 2003. The role of calcite and gypsum in the leaching of potassium in a sandy soil. Expl. Agric. 39: 379-394.

## REFERANCES BIBLIOGRAPHIQUE

30. Johnston, A.E. et Goulding, K.W.T. 1992. Potassium concentrations in surface and ground waters and the loss of potassium in relation to land use. Pages 135-158. Dans: Potassium in Ecosystems. Proceedings of the 23rd Colloquium of the International Potash Institute. Potash Review March 1992. Prague.
31. Kaiser de, rosen cj., and lam j a, 2016 . Potassium for crop production. From regents of the university of minnesotawebsite:www.extension.umn.edu/agriculture/nutrientmanagement/,9p.
32. Khechai.S et Daoud, 2016. Qualité de la datte Deglet-Nour produite sur des sols salés et gypseux dans les oasis des Ziban–Algérie. Revue Courrier du Savoir – N°22
33. Kronzucker hj, szczerba mw, schulze lm, britto dt, 2008 . Non-reciprocal interactions between k<sup>+</sup> and na<sup>+</sup> ions in barley (*hordeum vulgare* l.). J exp bot. 59(10):2793-801.
34. Li.t, wang h ,zhou z ,chen x zhou j, 2016. anrw grading system for plant-avaible potassium using exhaustive cropping techniques combined with chemical anlyses of soils .scientific reports , 9
35. Mengel, K. 2010. Potassium. In: A. V. Barker et D. J. Pilbean, editors, Handbook of plant nutrition. Taylor & Francis, NY. p. 91-120.
36. Merrouchi et al , ( 2015) . Le fonctionnement de la filière dattes dans la région de Touggourt Sud-est Algérien ; El Bahith Review 15//2015
37. Mhiri a., 2002. le potassium dans les sols de tunisie. atelier sur la gestion de la fertilité potassique, acquis et perspectives de la recherche, tunisie, iip
38. Milligi (1982) et sourial (1982), mouhamad et al (1983) et shabana (1983) cité par accourene et al (2004).
39. Moussa, D. (2015). Diagnostic de sol et recommandations potassiques pour la culture de pomme de terre en sol minéral. Mémoire, Québec, Canada
40. Munier, p ; (1973). Le palmier dattier. Ed g-p maisonneuve, la rose. Paris, 164p.
41. Munier. P ; (1973). Le palmier dattier, ed. Maison-neuve et larose, paris. 217 p.
42. Noui .y ; (2001). L'optimisation de la production de la biomasse "saccharomyces cerevisiae" cultivé sur un extrait de datte. Mémoire d'ingénieur. Département d'agronomie. Batna, 62 p.
43. Oosterhuis dm, loka da, eduardo m.kawakami em, pettigrew wt, 2014. The physiology of potassium in crop production. Advances in agronomy volume 126, pages 203-233
44. Panique, E., Kelling, K.A., Schulte, E.E., Hero, D.E., Stevenson, W.R. et James, R.V. 1997. Potassium rate and source effects on potato yield, quality, and disease interaction. Am. Potato J. 74: 379-398

## REFERANCES BIBLIOGRAPHIQUE

45. Power, J. F. et R. Prasad. 1997. Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture. Taylor & Francis, NY. 384 pp.
46. Prajapati k and modi ha, 2012. The importance of potassium in plant growth- a review. Indian journal of plant sciences, pp177-186. Quelques accessions du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*.L) dans la région de Biskra. *Research International*, vol.44, pp : 1812 - 1822.
47. Sayah Z., et Ould el hadj M. D., (2010). Etude comparative des caractéristiques physicochimiques et biochimiques des dattes de la cuvette de Ouargla. *Annales des Sciences et Technologie*. (1), Vol. 2: 92p.
48. Shanwal, A.V. et S. S Dahiya. 2006. Potassium dynamics and mineralogy. In: R. Lal, editor, *Encyclopedia of Soil Science*. Taylor & Francis, NY. p. 1359-1363.
49. Siboukeur. O ; (1997). qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. thèse magister, ina.el-harrach, alger, 106 p. *Tech et Doc- Lavoisier*, 360 p.
50. Sountoura, F. (2011) ; Influence du potassium sur les rendements et les caractéristiques technologiques de la fibre de cotonnier conventionnel dans les zones cotonnières est et ouest du BURKINA FASO. Institut du développement rural (IDR).
51. Rogiers sy, Coetzee za, Walker rr, Deloire a, Tyerman sd, 2017 . Potassium in the grape (*Vitis vinifera* L.) Berry: transport and function. *Front plant sci*. 27;8:1629.
52. Tomas tc and Thomas ac (2009). vital role of potassium in the osmotic mechanism of stomata aperture modulation and its link with potassium deficiency. *Plant Signal Behaviour* 4(3)240–243.
53. Walsh, T. et O'Donohoe, T.F. 1945. Magnesium deficiency on some crop plants in relation to the level of potassium nutrition. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 35: 254-263.
54. Zeddour.H : Marketing de la datte en Algérie. Cas de quelques Wilaya. Mémoire de Magister-année universitaire 2010-2011. 264p
55. Zhang, F., Niu, J., Zhang, W., Chen, X., Li, C., Yuan, L. et Xie, J. 2010. Potassium nutrition of crops under varied regimes of nitrogen supply. *Plant Soil*. 335: 21-34.

# **Annexes**

### Composition minérale des Dattes.

	K+	Na+	Ca++	Mg++	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> —
<b>Palmier1</b>	1373,5	7,45	9,4	6,8	181,52
<b>Palmier2</b>	1162,7	3,14	8,4	5,2	152,06
<b>Palmier3</b>	1320,9	6,44	7,4	4,8	137,85
<b>Palmier4</b>	2255,3	7,45	11,4	9,2	206,03
<b>Palmier5</b>	1338,5	7,45	5,4	6,2	176,9
<b>Palmier6</b>	1268,2	7,45	8	4,4	105,15
<b>Palmier7</b>	2501,3	5,43	10,8	19,4	218,11
<b>Palmier8</b>	1408,8	10,48	13,4	9,2	208,13
<b>Palmier9</b>	1338,5	7,45	13,4	3,2	160,31
<b>Palmier10</b>	1732,7	8,46	11,2	0,8	194,93
<b>Palmier11</b>	2325,5	7,45	12,2	5,4	207,42

### Composition minérale des noyaux.

	K+	Na+	Ca++	Mg++	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> —
<b>Palmier1</b>	747,45	2,4	1,4	11	195,5
<b>Palmier2</b>	1225,45	3,41	9,2	4	200,22
<b>Palmier3</b>	339,75	0,38	1,4	5,2	96,51
<b>Palmier4</b>	1070,8	7,45	4	3,8	206,03
<b>Palmier5</b>	227,28	0,38	0,2	1,8	88,59
<b>Palmier6</b>	1211,4	15,54	4	1,8	211,75
<b>Palmier7</b>	255,4	0,38	0,2	4,6	115,44
<b>Palmier8</b>	353,81	0,38	0,2	9	98,55
<b>Palmier9</b>	1253,57	2,4	3	9	207,42
<b>Palmier10</b>	1042,69	5,43	4,6	8	202,72
<b>Palmier11</b>	381,93	0,38	1,6	5,6	146,53

### Les critères physiques des dattes

	Longeurs des dattes	Poids des dattes	Longeurs des noyaux	Diamètres des dattes	Poids des noyaux	Diamètres des noyaux	Indice des poids	Indice de forme
<b>Palmier1</b>	4,49	13,64	2,79	2,09	0,88	0,69	15,5	2,15
<b>Palmier2</b>	4,41	12,38	2,62	2,11	1	0,71	12,38	2,09
<b>Palmier3</b>	4,19	11,07	2,42	1,84	0,79	0,66	14,01	2,28
<b>Palmier4</b>	4,17	12,07	2,34	2,1	0,86	0,69	14,03	1,99
<b>Palmier5</b>	4,07	11,54	2,22	2,03	0,77	0,68	14,98	2
<b>Palmier6</b>	3,54	7,77	1,94	1,63	0,55	0,54	14,12	2,17
<b>Palmier7</b>	4,23	11,8	2,47	2,02	0,75	0,6	15,73	2,09
<b>Palmier8</b>	4,33	13,24	2,43	2,01	0,88	0,65	15,04	2,15
<b>Palmier9</b>	4,48	12,56	2,35	2,07	0,8	0,62	15,7	2,16
<b>Palmier10</b>	4,23	11,21	2,28	1,86	0,8	0,66	14,01	2,27
<b>Palmier11</b>	4,34	12,96	2,36	2	0,84	1,02	15,43	2,17

## Résumé

Cette étude a pour objet d'évaluer l'effet de la fertilisation potassique en fonction des stades de maturité sur la qualité de la datte Deglet-Nour .

Les principaux résultats obtenus montrent que l'application d'une fertilisation par le K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a permis l'enrichissement du statut potassique, particulièrement, aux stades de maturité (Loulou-bleh) et (Loulou-Bser) de la datte Deglet-Nour.

Dans ce contexte, on note que la fertilisation potassique affecte la composition minérale des noyaux analysés. En effet, une croissance notable du Ca<sup>++</sup> et K<sup>+</sup> est accompagnée d'une diminution de la teneur en Na<sup>+</sup> des noyaux dans les stades de maturité de la datte Loulou et (Khlel-Bleh).

L'application des sulfates de potasse affecte la composition minérale de la datte Deglet-Nour. En effet, les fruits obtenus présentent des teneurs élevées en potassium et en calcium par rapport aux dattes témoins. Aussi, la fertilisation potassique favorise l'augmentation de la qualité physique notamment, le poids et la longueur des dattes étudiées.

**Mots clés :** Ziban, Deglet-Nour, Fertilisation potassique, potassium, qualité des dattes.

## المخلص.

الغرض من هذه الدراسة هو تقييم تأثير التسميد بالبوتاسيوم حسب مراحل النضج على جودة تمر دقلة نور.

أظهرت النتائج الرئيسية التي تم الحصول عليها أن تطبيق الإخصاب باستخدام كبريتات البوتاسيوم سمح بإثراء حالة البوتاسيوم ، خاصة في مراحل النضج (Loulou-Bser) و (Loulou-bleh)

في هذا السياق ، نلاحظ أن التسميد بالبوتاسيوم يؤثر على التركيب المعدني للنواة التي تم تحليلها ، وبالفعل ، فإن النمو الملحوظ لـ

Ca<sup>++</sup> و K<sup>+</sup> يصاحبه انخفاض في محتوى Na<sup>+</sup> للأنوية في مراحل نضج التمر (Loulou و Khlel-Bleh)

يؤثر تطبيق كبريتات البوتاسيوم على التركيب المعدني لتمر دقلة نور. في الواقع ، تحتوي الثمار التي تم الحصول عليها على نسبة عالية من البوتاسيوم والكالسيوم مقارنة بالتمور الشاهدة اي التي لم تخضع للتخصيب. كما أن التسميد بالبوتاسيوم يعزز زيادة الجودة الفيزيائية ، وخاصة وزن وطول التمور المدروسة.

**الكلمات المفتاحية:** زيبان ، دقلة نور ، إخصاب بوتاسيوم ، بوتاسيوم ، جودة التمر.

## summary

The purpose of this study is to evaluate the effect of potassium fertilization according to the stages of maturity on the quality of Deglet-Nour dates.

The main results obtained show that the application of fertilization with K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> allowed the enrichment of the potassium status, particularly, at the stages of maturity (Loulou-bleh) and (Loulou-Bser) of the Deglet-Nour date.

In this context, we note that potassium fertilization affects the mineral composition of the nuclei analyzed. Indeed, a notable growth of Ca<sup>++</sup> and K<sup>+</sup> is accompanied by a decrease in the Na<sup>+</sup> content of the stones in the stages of maturity Loulou and (Khlel-Bleh).

The application of potassium sulphates affects the mineral composition of the Deglet-Nour date. Indeed, the fruits obtained have high potassium and calcium contents compared to the control dates. Also, potassium fertilization promotes an increase in physical quality, in particular the weight and length of the dates.

**Key words:** Ziban, Deglet-Nour, Potassium fertilization, potassium, date quality